

**PEMBUATAN, UJI KETAHANAN DAN STRUKTUR MIKRO  
PLASTIK *BIODEGRADABLE* DENGAN VARIASI KITOSAN  
DAN KONSENTRASI PATI BIJI NANGKA**



Skripsi

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
meraih gelar Sarjana Sains Jurusan Fisika  
pada Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

**MARDIANA FAHNUR**

**NIM. 60400113021**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) ALAUDDIN MAKASSAR**

**2017**

## PENGESAHAN SKRIPSI

### PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul "*Pembuatan, Uji Ketahanan dan Struktur Mikro Plastik Biodegradable dengan Variasi Kitosan dan Konsentrasi Pati Biji Nangka*", yang disusun oleh saudari **MARDIANA FAHNUR**, Nim: **60400113021** Mahasiswi Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada hari Selasa, 21 November 2017 M, bertepatan dengan 2 Rabi'ul Awwal 1439 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana dalam ilmu Fisika, Jurusan Fisika (dengan beberapa perbaikan).

Gowa, 21 November 2017

2 Rabi'ul Awwal 1439 H

#### DEWAN PENGUJI

Ketua	: Dr. M. Thahir Maloko, M.Hi.	(.....)
Sekretaris	: Ihsan, S.Pd., M.Si.	(.....)
Munaqisy I	: Nurul Fuadi, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy II	: Dr. Abdullah Thalib, M.Ag.	(.....)
Pembimbing I	: Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.	(.....)
Pembimbing II	: Ria Rezki Hamzah, S.Pd., M.Pd.	(.....)

Diketahui Oleh  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag  
NIP. 19691205 199303 1 00

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mardiana Fahnur

NIM : 60400113021

Judul Skripsi : **“Pembuatan, Uji Ketahanan Dan Struktur Mikro Plastik *Biodegradable* Dengan Variasi Kitosan Dan Konsentrasi Pati Biji Nangka”**

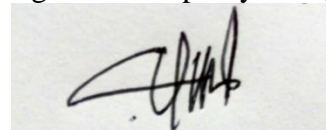
menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber secara jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar .

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Samata Gowa, 16 November 2017

Yang membuat pernyataan,



Mardiana Fahnur  
NIM.60400113021

## KATA PENGANTAR



Puji Syukur Penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW kepada keluarganya dan para sahabatnya.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi. Adapun Judul yang Penulis ajukan adalah **“Pembuatan, Uji Ketahanan Dan Struktur Mikro Plastik Biodegradable Dengan Variasi Kitosan Dan Konsentrasi Pati Biji Nangka”**.

Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menghaturkan rasa terima kasih dan rasa hormat yang tiada hentinya kepada dua orang terkasih dalam hidup penulis yaitu ayahanda **Faharuddin** dan tercinta ibunda **Nuraida** yang telah memberikan Doa, dukungan moril dan materil, semangat, motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

Selama penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang penulis hadapi, namun semuanya dapat dilalui berkat pertolongan Allah SWT serta bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tak langsung yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi bagi penulis dengan rasa penuh keikhlasan dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Musafir Pabbari, M.Si.** selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
2. Bapak **Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.** selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Ibu **Wasillah, ST, M.T.** selaku Wakil Dekan I , Bapak **Dr. Muh. Thahir Maloko, M.Hi** selaku Wakil Dekan II dan Bapak **ir. A. Suarda M. Pt,** selaku Wakil Dekan III Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu **Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.** selaku ketua jurusan, sekaligus sebagai pembimbing I, yang telah mengabdikan tenaga dan pikiran untuk Jurusan Fisika yang lebih baik. Serta memberikan waktu bimbingan ditengah kesibukan, ilmu, nasehat, arahan selama penelitian sehingga penulisan skripsi ini berjalan lancar.
5. Bapak **Ihsan, S.Pd., M.Si.** Selaku sekretaris jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi juga selaku pembimbing akademik yang telah memberikan ilmu, motivasi dan masukan kepada Penulis.
6. Ibu **Ria Rezki Hamzah, S.Pd., M.Pd.** Selaku pembimbing II, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, masukan, nasehat serta waktunya selama penulisan skripsi ini.
7. Ibu **Nurul Fuadi, S.Si., M.Si.** Selaku penguji I, yang telah memberikan ilmu, masukan dan kritikan yang sangat membantu dalam perbaikan skripsi ini.
8. Bapak **Dr. Abdullah Thalib, M.Ag.** Selaku penguji II, yang telah memberikan masukan, kritikan dan menambah pengetahuan tentang integrasi ayat Al-qur'an serta memperbaiki skripsi ini.

9. Seluruh dosen serta staf laboran Jurusan Fisika UIN Alauddin Makassar yang telah memberikan ilmu dan masukan membangun kepada penulis.
10. **Kakak Hadiningsih SE** selaku staff yang telah mengurus persuratan.
11. Laboran Kimia Fisika **ibu Rahma S.Si**, yang telah memberikan masukan dan motivasi kepada penulis.
12. Staf-staf pegawai akademik Sains dan Teknologi yang telah mengurus persuratan.
13. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika, tercinta, angkatan 2013 (**Asas I3lack**) yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.
14. Saudara-saudaraku **Yuliana Fahnur, Marzuki Fahnur** dan keluarga yang telah memberikan semangat, motivasi, dukungan serta yang selalu mendengar keluh kesah Penulis dalam penyusunan skripsi ini.
15. **Muh. Ikbal. M**, yang telah membantu membuat cetakan, memberikan semangat dan motivasi Penulis.
16. **Zulfani Amatullah, Sriwahyuni B, Kasmawati dan Selvia** yang telah memberikan semangat, motivasi, dukungan Penulis dalam penyusunan skripsi ini.
17. Kepada segenap pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu dalam kesempatan ini.

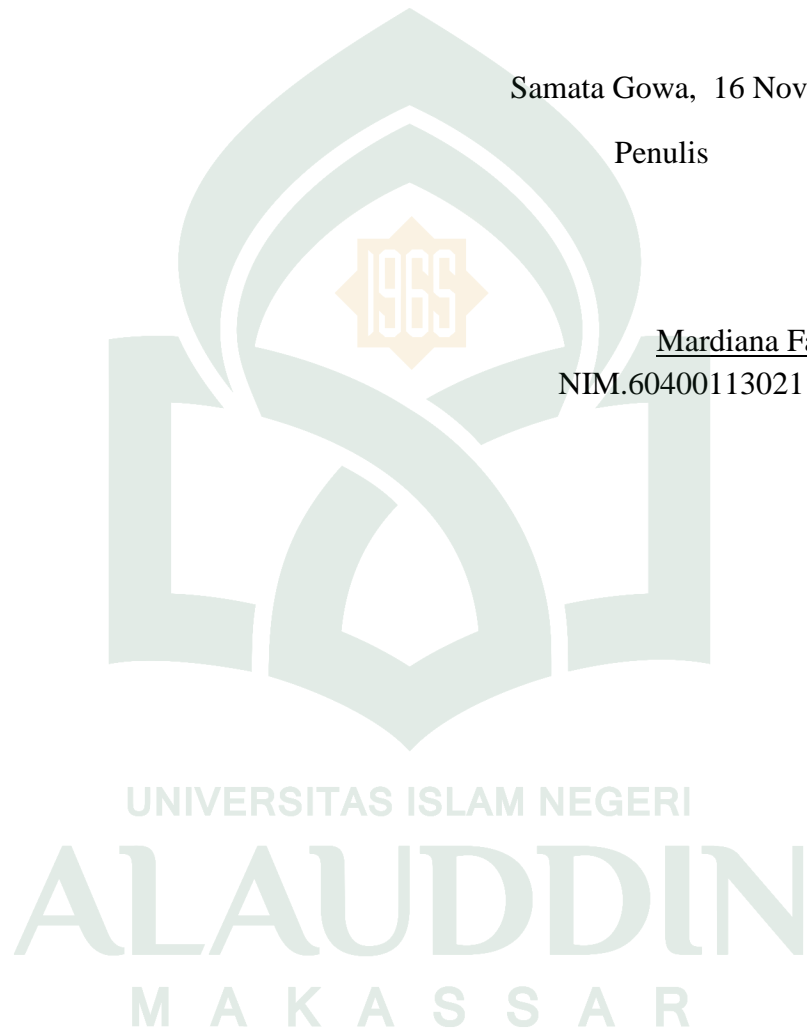
Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini, masih banyak kekurangan sehingga masukkan dan kritik yang sifatnya membangun senantiasa Penulis terima dengan lapang dada.

Demikian Penulis sampaikan dengan kerendahan hati semoga bisa bermanfaat bagi Penulis dan semua yang membaca skripsi ini. Semoga semua amal perbuatan kita diterima oleh Allah SWT. Amin

Samata Gowa, 16 November 2017

Penulis

Mardiana Fahnur  
NIM.60400113021



## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1-5</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Ruang Lingkup .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN TEORETIS .....</b>	<b>6-34</b>
2.1 Plastik <i>Biodegradable</i> .....	6
2.2 Polimer .....	8



2.2.1 Plastik .....	9
2.2.2 Plastik Termoplastik dan Plastik termoseting .....	10
2.3 Pati Biji Nangka .....	10
2.4 Gliserol .....	11
2.5 Kitosan .....	12
2.6 Biji Nangka .....	15
2.7 Karakteristik dan uji ketahanan Plastik <i>Biodegradable</i> .....	18
2.7.1 Uji Ketahanan Terhadap Air .....	18
2.7.2 Standar Untuk Plastik <i>Biodegradable</i> .....	18
2.7.3 Pengukuran Densitas .....	19
2.7.4 Uji Biodegradabilitas .....	20
2.8 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) .....	22
2.9 Integrasi Ayat Al-qur'an .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>35-45</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	35
3.2 Variabel Penelitian .....	35
3.2.1 Variabel Bebas .....	35
3.2.2 Variabel Terikat .....	35
3.3 Alat dan Bahan .....	36
3.3.1 Alat .....	36
3.3.2 Bahan .....	36
3.4 Prosedur Penelitian .....	36

3.4.1	Pembuatan Pati Biji Nangka .....	37
3.4.2	Pembuatan Sediaan Larutan.....	37
3.4.3	Pencampuran Bahan Dasar .....	38
3.4.4	Tabel Pencampuran Larutan .....	39
3.4.5	Pencetakan .....	40
3.4.6	Pengujian dan Karakterisasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	40
3.5	Teknik Analisis Data .....	43
3.5.1	Uji Ketahanan Air .....	43
3.5.2	Uji Densitas .....	43
3.6	Bagan Alir Penelitian.....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>46-70</b>
4.1	Hasil.....	46
4.2	Pembahasan .....	49
4.2.1	Uji Struktur Mikro .....	51
4.2.2	Uji Densitas.....	55
4.2.3	Uji Ketahanan Terhadap Air .....	58
4.2.4	Uji Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	61
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>70-71</b>
5.1	Kesimpulan .....	70
5.2	Saran .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>72-74</b>

<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>L</b>



## DAFTAR TABEL

N0. Keterangan Tabel	Halaman
2.1 Jenis-jenis Plastik Berdasarkan Pengklasifikasian Bahan	
Baku dan Kemampuan Degradasi.....	7
2.2 Faktor yang berpotensi mempengaruhi degradasi polimer .....	8
2.3 Karakteristik Gliserol.....	12
2.4 Sifat Fisika Kitosan.....	14
2.5 Komposisi Kimia Biji Nangka per 100 gr.....	16
3.1 pencampuran Larutan Plastik Biodegradable untuk variasi Kitosan .....	39
3.2 Pencampuran Larutan Plastik <i>Biodegradable</i> untuk variasi pati .....	39
3.3 Pengamatan Uji Ketahanan Terhadap Air.....	41
3.4 Pengamatan Uji densitas .....	42
3.5 Pengamatan Uji Biodegradable.....	42
4.1 Pengamatan Uji densitas .....	55
4.2 Pengamatan Uji Ketahanan Terhadap air.....	58
4.3 Hasil Pengamatan Uji Biodegradasi.....	69

## DAFTAR GAMBAR

No.	Keterangan Gambar	Halaman
2.1	Struktur Kimia Gliserol.....	11
2.2	Struktur Kitosan .....	13
2.3	Biji Nangka .....	15
2.4	Mekanisme proses Degradasi Plastik.....	21
2.5	Diagram Skematik Fungsi Dasar dan Cara Kerja SEM.....	22
2.6	Hasil Analisis SEM Flm Plstik Pati kentang Tanpa Gliserol 100x Pembesaran. ....	24
2.7	Hasil Analisis SEM Flm Plstik Pati kentang Tanpa Gliserol 100x Pembesaran. ....	24
4.1	Plastik <i>Biodegradable</i> (a) Kitosan 0.5 mL (b) , Kitosan 1 mL dan (c) Kitosan 1.5 mL.....	47
4.2	Interaksi Hidrogen Pada Molekul-molekul Amilosa, Amilopektin, Kitosan dan Gliserol Dalam Plastik <i>Biodegradable</i> .....	50
4.3	Plastik <i>Biodegradable</i> (a) Pati 2 gr dan (b) pati 4 gr, (c) pati 6 gr dan (d) pati (8 gr).....	48
4.4	Struktur mikro plastik <i>biodegradable</i> dengan penambahan 0.5 mL pada perbesaran 500x .....	51
4.5	Struktur mikro plastik <i>biodegradable</i> dengan penambahan 1 mL pada perbesaran 500x .....	51

4.6	Struktur mikro plastik <i>biodegradable</i> dengan penambahan 1.5 mL pada perbesaran 500x .....	52
4.7	Struktur mikro plastik <i>biodegradable</i> dengan penambahan 2 gr pada perbesaran 500x .....	52
4.8	Struktur mikro plastik <i>biodegradable</i> dengan penambahan 4 gr pada perbesaran 500x .....	53
4.9	Struktur mikro plastik <i>biodegradable</i> dengan penambahan 6 gr pada perbesaran 500x .....	53
4.10	Struktur mikro plastik <i>biodegradable</i> dengan penambahan 8 gr pada perbesaran 500x .....	53
4.11	Grafik Hubungan Penambahan Kitosan terhadap Densitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	54
4.12	Grafik Hubungan Penambahan Pati terhadap Densitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	56
4.13	Grafik Hubungan Penambahan kitosan terhadap uji ketahanan air plastik <i>Biodegradable</i> .....	56
4.14	Grafik Hubungan Penambahan pati terhadap uji ketahanan air plastik <i>Biodegradable</i> .....	59

4.15 Uji biodegradasi untuk Variasi Kitosan Plastik <i>Biodegradable</i> .....	63
4.16 Uji biodegradasi untuk Variasi Konsentrasi Pati Plastik <i>Biodegradable</i> .....	66



## DAFTAR LAMPIRAN

No. Keterangan Lampiran	Halaman
Lampiran I : Gambar Alat dan Bahan .....	L1
Lampiran II : Gambar Prosedur Kerja .....	L5
Lampiran III : Gambar Pengujian Plastik <i>Biodegradable</i> .....	L16
Lampiran IV : Perhitungan Densitas dan Ketahanan Air.....	L24
Lampiran V : Dokumentasi penelitian .....	L31



## ABSTRAK

**Nama : Mardiana Fahnur**

**NIM : 60400113021**

**Judul Skripsi : PEMBUATAN, UJI KETAHANAN DAN  
STRUKTUR MIKRO PLASTIK *BIODEGRADABLE*  
DENGAN VARIASI KITOSAN DAN KONSENTRASI PATI  
BIJI NANGKA**

---

*Plastik Biodegradable adalah plastik yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme dan terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui. Sehingga tidak merusak lingkungan. Pada penelitian ini plastik dibuat dengan bahan utamanya berasal dari pati biji nangka, dengan melakukan 2 variasi yaitu variasi kitosan 0.5 mL, 1 mL, 1.5 mL dan variasi konsentrasi pati yaitu 2 gr, 4 gr, 6 gr dan 8 gr. Untuk meningkatkan karakteristik dari plastik dibutuhkan penambahan bahan yaitu gliserol dan kitosan. Fungsi penambahan kitosan agar plastik tidak mudah berjamur dan gliserol agar plastik yang dihasilkan fleksibel/tidak kaku. Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pembuatan plastik dan integrasi ayat al-qur'an, mengetahui struktur mikro dan mengetahui ketahanan terhadap air, densitas serta jangka waktu degradasi. Pada penelitian ini, diperoleh hasil karakterisasi untuk uji ketahanan air untuk variasi kitosan didapatkan hasil terbaik pada 0.5 ml dengan nilai 8.69 %. Sedangkan variasi pati pada penambahan pati 2 gr yaitu 34.78 %. Untuk uji densitas pada variasi kitosan didapatkan hasil terbaik pada penambahan 0.5 mL yaitu 0.0030 gr/mm<sup>3</sup> sedangkan pada penambahan pati yaitu 2 gr dengan nilai 0.0022 gr/mm<sup>3</sup>. Untuk uji struktur mikro menggunakan SEM diperoleh hasil terbaik, pada variasi kitosan yaitu 1.5 mL, terdapat sedikit butiran pati yang tidak larut dan variasi pati, pada penambahan 4 gr. Untuk hasil penelitian uji degradasi yaitu untuk variasi kitosan dan pati, plastik terdegradasi sempurna pada hari ke-13.*

**Kata kunci:** *Plastik Biodegradable, Pati , Kitosan, biji nangka, gliserol*

## ABSTRACT

Nama : Mardiana Fahnur

NIM : 60400113021

Judul Skripsi : MANUFACTURE, ENDURANCE TEST AND MICRO  
STRUCTURE OF *BIOGEGRADABLE* WITH  
VARIATION OF CHITOSAN AND CONCENTRATION  
STARCH SEED JACKFRUIT

---

*Biodegradable Plastic is plastic which can be degraded by microorganism and made from renewable materials. So that do not destroy environment. This research of plastic made with materials the core important coming from jackfruit seed starch, by 2 variation of that is variation chitosan 0.5 mL, 1 mL, 1.5 mL and starch concentration variation is 2 gr, 4 gr, 6 gr and 8 gr. To increase characteristic of plastic required by addition of material is gliserol and chitosan. function addition of chitosan so that plastic not be mouldy easy and gliserol so that flexible yielded plastic / not stiff. As for target of this research that is know manufacture of plastic and sentence integration of al-qur'an, knowing micro structure and know resilience to water, densitas and also duration of degradation. At this research, is obtained by result of characteristic of the test water resilience for the variation chitosan of best result at 0.5 mL with value 8.69 %. While starch variation at addition of starch 2 gr with value 34.78 % for the test of densitas at variation of chitosan by best result at addition 0.5 mL with value 0.0030 gr/mm<sup>3</sup>. While addition of starch is 2 gr with value 0.0022 gr/mm<sup>3</sup>. For the test of by micro structure by using appliance SEM, best result at variation chitosan that is 1.5 mL, there are a few insoluble starch and starch variation at addition 4 gr. To result of research of test degradation is variation of starch and chitosan variation, plastic of perfect degradation day of ke-13.*

Keywords: *biodegradable plastic, starch, chitosan. Seed jackfruit, glycerol*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu faktor yang menyebabkan rusaknya lingkungan hidup sampai saat ini adalah limbah sampah plastik yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Diantaranya sebagai pembungkus makanan, pembungkus barang belanjaan, alas makanan dan berbagai kegunaan lainnya. Penggunaan plastik yang begitu banyak disebabkan oleh beberapa faktor keunggulan diantaranya yaitu harganya ekonomis, tidak mudah rusak, tahan lama, ringan dan mudah didapat. Oleh sebab itu, penggunaan plastik semakin meningkat setiap tahunnya, sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan di dunia. Terutama di Negara Indonesia yaitu berupa sampah plastik. Saat ini plastik yang banyak digunakan yaitu plastik yang berasal dari bahan baku minyak bumi, dimana merupakan bahan yang sulit terurai oleh mikroorganisme didalam tanah.

Plastik merupakan kemasan yang banyak digunakan diberbagai sektor kehidupan pada sekarang ini. Termasuk di Negara Indonesia, banyak sampah plastik yang tertumpuk dan menjadi bukit sampah yang sulit terurai di alam. Sampai saat ini pemerintah tidak mampu mengolah semua sampah plastik tersebut. Hal inilah yang menjadi salah satu faktor yang akan memperburuk *global warming*, karena sampah plastik akan mengurangi tempat tumbuhnya pepohonan. Dengan memakai plastik

*biodegradable* diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan berupa sampah plastik, dimana plastik ini menggunakan bahan alam yang mudah terurai.

Plastik yang banyak digunakan oleh masyarakat sampai saat ini yaitu kemasan plastik sintetik yang terbuat dari minyak bumi, sehingga menjadi masalah bagi kesehatan dan lingkungan hidup. Masalah inilah sehingga perlu dilakukan pembuatan produk yang aman bagi kesehatan dan tidak mencemari lingkungan. Salah satunya yaitu plastik *biodegradable*. Dimana plastik yang telah terdegradasi ditanah dapat digunakan sebagai pupuk kompos. Dengan bahan utamanya menggunakan biji nangka yang kurang dimanfaatkan dan mudah didapatkan sehingga hanya menjadi limbah serta penambahan kitosan dan gliserol.

Biji nangka pada saat ini kurang dimanfaatkan dan hanya menjadi limbah. Biji nangka dapat diolah menjadi tepung. Selain itu biji nangka juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable*. Biji nangka mudah didapatkan, harganya murah dan hampir disetiap wilayah terdapat tumbuhan nangka, hal ini merupakan salah satu faktor penggunaan pati dari biji nangka.

Pati dari biji nangka digunakan karena sifat pati mudah terurai di alam. Untuk meningkatkan karakteristik dari plastik yang berbahan dasar pati dibutuhkan penambahan bahan yang dapat meningkatkan karakteristik tersebut. Pada penelitian ini menggunakan tambahan kitosan dan gliserol. Fungsi penambahan kitosan agar plastik yang dihasilkan tidak mudah berjamur, karena kitosan bersifat antimikroba. Sedangkan fungsi penambahan gliserol agar plastik yang dihasilkan fleksibel/tidak kaku.

Peneliti sebelumnya telah melakukan berbagai cara untuk membuat plastik yang dapat terdegradasi oleh alam. Berdasarkan penelitian Ummah (2013) tentang “Uji ketahanan *biodegradable* plastik berbasis tepung biji durian terhadap air dan pengukuran densitasnya”. penelitian Hidayah (2015) tentang “pembuatan *biodegradable* film dari pati biji nangka dengan penambahan kitosan”. Diperoleh penambahan kitosan sangat berpengaruh terhadap karakteristik film. Penelitian lain, puspita (2013), tentang “pembuatan dan karakterisasi struktur mikro dan sifat termal film plastik berbahan dasar pati biji nangka”. Dengan variasi gliserol yaitu 0.1, 0.2, 0.3 mL dan diperoleh konsentrasi optimum yaitu pada 0.2 mL.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang **“Pembuatan, Uji Ketahanan Dan Struktur Mikro Plastik *Biodegradable* Dengan Variasi Kitosan Dan Konsentrasi Pati Biji Nangka”**. Dimana, pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi kitosan dan pati biji nangka. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui cara pembuatan plastik *biodegradable* dan integrasi Ayat al-qur’an, mengetahui ketahanan terhadap air, densitas, lama waktu degradasi dan uji struktur mikro dari plastik *biodegradable*. Adapun bahan yang digunakan yaitu biji nangka sebagai bahan utama, gliserol, kitosan dan aquades. Diharapkan dari penelitian ini dapat membuat plastik *biodegradable* dari limbah biji nangka yang ramah lingkungan yang dapat terdegradasi dan terbuat dari bahan alam sehingga tidak merusak lingkungan.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pembuatan plastik *biodegradable* dari pati biji nangka dan integrasi ayat al-qur'an?
2. Bagaimana ketahanan terhadap air dan densitas serta lama waktu degradasi dari plastik *biodegradable*?
3. Bagaimana karakteristik struktur mikro plastik *biodegradable* dari pati biji nangka menggunakan alat *scanning electron microscope* (SEM)?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui pembuatan plastik *biodegradable* dari pati biji nangka dan integrasi ayat al-qur'an.
2. Mengetahui ketahanan terhadap air dan densitas serta jangka waktu degradasi plastik *biodegradable*.
3. Mengetahui struktur mikro plastik *biodegradable* menggunakan alat *scanning electron microscope* (SEM).

### **1.4 Ruang Lingkup**

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini yaitu:

1. Bahan dasar pati yang digunakan adalah pati dari biji nangka dulang, kitosan berbentuk bubuk.

2. Plastik yang akan dibuat yaitu plastik *biodegradable*.
3. Uji struktur mikro dengan menggunakan alat *scanning electron microscope* ( *SEM* ).
4. Uji ketahanan terhadap air dan densitas dengan menggunakan persamaan yaitu:
  - a. Uji ketahanan terhadap air
 
$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$
  - b. Uji densitas
 
$$\rho = \frac{m}{v}$$
5. Untuk mengetahui lama waktu degradasi dari plastik *Biodegradable* dengan menggunakan metode penguburan atau pemendaman dalam tanah.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat bahwa limbah dari biji nangka dapat dibuat suatu produk plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan.
2. Dapat memberikan informasi tentang karakteristik struktur mikro plastik *biodegradable* dari pati biji nangka.
3. Dapat memberikan informasi kepada Peneliti selanjutnya berkaitan tentang plastik *biodegradable*.

## BAB II

### TINJAUAN TEORETIS

#### **2.1 Plastik Biodegradable**

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang terbuat dari sumber terbarukan dan mempunyai sifat dapat terdegradasi secara alami. Hal ini menjadi salah satu poin penting karena plastik akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan gas CO<sub>2</sub> setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Salah satu bahan dasar yang dapat digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah pati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, baik dari bagian daging, buah, umbi, maupun kulit buah (Hardjono, dkk; 2016: 23).

Plastik *biodegradable* berbahan dasar pati/amilum dapat didegradasi bakteri *pseudomonas* dan *bacillus* memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan *aldehid* yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Plastik berbahan dasar pati/amilum aman bagi lingkungan. Hasil degradasi plastik ini dapat digunakan sebagai makanan hewan ternak atau sebagai pupuk kompos. Plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik *biodegradable*, karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah (Ummah, 2013: 18).



Tabel 2.1 Jenis-jenis Plastik Berdasarkan Pengklasifikasian Bahan Baku dan Kemampuan Degradasi.

Jenis bahan baku	Biodegradabilitas	
	Biodegradable	Non-biodegradable
Terbarukan	Bahan berbasis pati, Polietilen (PE), poliamida bahan berbasis selulosa, dan Polivinil klorida Poli dan poli hidroksi (PVC) alkanoat	
Tidak terbarukan	Polikaprolakton (PCL) dan Polibutilena suksinat (PBS)	Poli propilena (PP)

(Sumber: Widyasari, 2010)

Berdasarkan bahan baku yang dipakai plastik *biodegradable* dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok dengan bahan baku petrokimia dan kelompok dengan bahan baku produk tanaman seperti pati dan selulosa. Pembentukan film plastik dari pati, pada prinsipnya merupakan gelatinasi molekul pati. Pembuatan film berbasis pati pada dasarnya menggunakan prinsip gelatinasi. Dengan adanya penambahan sejumlah air dan dipanaskan pada suhu yang tinggi maka akan terjadi gelatinasi. Gelatinasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen (Anita, dkk; 2013: 38).

Tabel 2.2 Faktor yang berpotensi mempengaruhi degradasi polimer

<b>Biologis</b>	<b>Kimiawi</b>	<b>Fisika/mekanis</b>
Bakteri, Jamur	Hidrolisis	Pencucian
Predator	Oksidation	Sinar matahari
Organisme yang lebih tinggi		Iklim dan tekanan mekanis

(Sumber: Ummah, 2013)

## 2.2 Polimer

Polimer adalah rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer. Sekalipun biasanya merupakan organik (memiliki rantai karbon), ada juga banyak polimer inorganik. Contoh terkenal dari polimer adalah plastik (Setyaningsih, 2010). Polimer adalah bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer (Mujiarto, 2005).

Polimer ada 2 jenis alami (biopolymer) dan buatan (sintetik). Pada mulanya manusia menggunakan polimer alam hanya untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya bertahan hingga akhir abad 19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. Plastik yang pertama kali dibuat secara komersial adalah nitroselulosa. Material plastik telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting dibidang elektronika, pertanian, tekstil,

transportasi, furniture, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak-anak dan produk-produk industri lainnya (Setyaningsih, 2010).

Polimer alami adalah polimer yang dihasilkan dari monomer organik seperti pati, karet, kitosan, selulosa, protein dan lignin. Biopolimer banyak diminati oleh industri karena berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, *biodegradable* (dapat diuraikan), mempunyai sifat mekanis yang baik dan ekonomis. Saat ini, biopolimer banyak diteliti untuk menghasilkan film (plastik) yang dapat menggantikan keberadaan plastik sintetis (Coniwanti, dkk; 2014).

### **2.2.1 Plastik**

Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. (Mujiarto, 2005). Bahan kemasan plastik dibuat dan disusun melalui proses yang disebut polimerisasi dengan menggunakan bahan mentah monomer, yang tersusun sambung-menyambung menjadi satu dalam bentuk polimer. Dalam plastik juga terkandung beberapa aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat fisik kimia plastik itu sendiri. Bahan aditif yang ditambahkan tersebut disebut komponen nonplastik yang berupa senyawa anorganik atau organik yang memiliki berat molekul rendah. Bahan aditif dapat berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap sinar UV, anti lekat dan masih banyak lagi (Nurminah, 2002).

Sampah plastik menjadi masalah lingkungan berskala global. Plastik banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, karena mempunyai keunggulan-keunggulan seperti kuat, ringan dan stabil. Namun plastik yang beredar di pasaran saat ini merupakan polimer sintetis yang terbuat dari minyak bumi yang sulit terurai di alam.

Akibatnya semakin banyak yang menggunakan plastik, akan semakin meningkat pula pencemaran lingkungan seperti pencemaran tanah. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengatasi masalah lingkungan ini. Pengembangan bahan plastik *biodegradable* menggunakan bahan alam yang terbarui (*renewable resources*) sangat diharapkan (Herawan, 2015: 7).

### 2.2.2 Plastik termoplastik dan plastik termoseting

Secara garis besar, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu : plastik *thermoplast* dan plastik *thermoset*. Plastik *thermoplast* adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. Contoh plastik *thermoplast* antara lain : PE, PP, PS, ABS, SAN, nylon, PET, BPT, *Polyacetal* (POM), PC dan lain-lain. Plastik *thermoset* adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali. Contohnya plastik *thermoset* adalah : PU (*Poly Urethane*), UF (*Urea Formaldehyde*), MF (*Melamine Formaldehyde*), polyester, epoksi dan lain-lain. (Mujiarto, 2005).

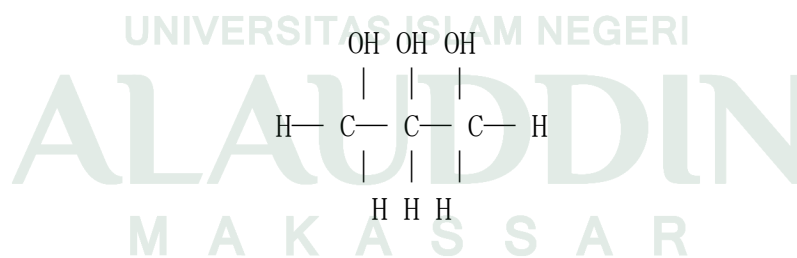
### 2.3 Pati Biji Nangka

Pati merupakan polimer yang tersimpan dalam granul dan berfungsi sebagai cadangan makanan bagi sejumlah tanaman. Komposisi pati pada umumnya terdiri dari amilopektin sebagai bagian terbesar dan sisanya amilosa. Pati merupakan senyawa terbanyak kedua yang dihasilkan oleh tanaman setelah selulosa. Sumber utama penghasil pati adalah biji-bijian sereal (jagung, gandum, sorgum, beras, biji durian, biji nangka,), umbi (kentang), akar (singkong, ubi jalar, ganyong) dan bagian dalam dari batang tanaman sagu (Ummah, 2013: 22).

Gelatinisasi adalah perubahan yang terjadi pada granula pada waktu mengalami kenaikan yang luar biasa dan tidak dapat kembali ke bentuk semula. Gelatinisasi juga disebut sebagai peristiwa koagulasi koloid dengan ikatan rantai polimer atau penyerapan zat terlarut yang membentuk jaringan tiga dimensi yang tidak terputus sehingga dapat mengakibatkan terperangkapnya air dan terhentinya aliran zat cair yang ada di sekelilingnya (Coniwanti, dkk; 2014).

#### 2.4 Gliserol

Gliserol merupakan senyawa yang banyak ditemukan pada lemak hewani maupun lemak nabati sebagai ester gliseril pada asam palmitat dan oleat. Gliserol adalah senyawa yang netral, dengan rasa manis tidak berwarna, cairan kental dengan titik lebur 20°C dan memiliki titik didih yang tinggi yaitu 290 °C. Gliserol mempunyai rumus kimia  $C_3H_5(OH)_3$  dan dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, tetapi tidak dalam minyak oleh karena itu gliserol merupakan jenis pelarut yang baik (Ummah, 2013: 28).



Gambar 2.1 Struktur kimia gliserol  
(Sumber Ummah, 2013)

Gliserol juga salah satu senyawa poliol yang banyak digunakan sebagai *plastisizer* karena tanpa penggunaan gliserol, film plastik yang dihasilkan keras dan kaku (puspita, 2013: 38). Gliserol adalah rantai alkohol trihidrik dengan susunan

molekul  $C_3H_4O_3$  nama gliserol diartikan sebagai bahan kimia murni, namun dalam dunia perdagangan dikenal dengan nama gliserin (Widyasari, 2010: 13). Menggunakan gliserol sebagai *plasticizer* menghasilkan film yang berbeda dari keadaan awalnya. plastik *edible* yang dibentuk dari polimer murni bersifat rapuh sehingga digunakan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitasnya (Apriyanti, dkk; 2013: 149).

Tabel 2. 3 Karakteristik Gliserol

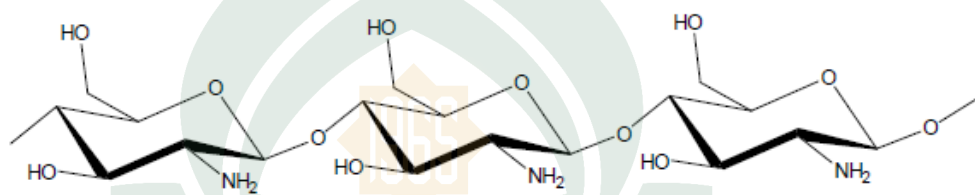
Sifat	
Massa Molar	92.09382 g/mol
Densitas	1.261 g/cm <sup>3</sup>
Titik Cair	18° C (64.4°F)
Titik Didih	290° C (554° F)
Viskositas	1.5 Cp

(Sumber: Widyasari, 2010)

## 2.5 Kitosan

Kitosan merupakan produk biologis yang bersifat kationik, nontoksik, biodegradable dan biokompatibel. Kitosan memiliki gugus amino ( $NH_2$ ) yang relatif lebih banyak dibandingkan kitin sehingga lebih nukleofilik dan bersifat basa. Kitosan juga merupakan biopolimer yang sumbernya melimpah dan dapat terbarukan sehingga termasuk sumber daya alternatif yang harus dimanfaatkan semaksimal mungkin. Sifat polikationik kitosan menjadi dasar pemanfaatan kitosan dalam berbagai bidang. Kitosan dimanfaatkan dalam bidang pertanian karena sifatnya yang

*biodegradable*. Tanaman yang diperlakukan dengan kitosan memiliki ketahanan yang baik terhadap serangan jamur (Wiyarsi dan Erfan, 2011). Kitosan merupakan senyawa polimer dari 2-amino-2dioksida- $\beta$  - D - Glukosa yang dapat dihasilkan dari kitin yang dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan asam pekat (Ummah, 2013:40).



Gambar 2.2 Struktur Kitosan  
(Sumber: Wiyarsi dan Erfan, 2011)

Kitosan telah menarik perhatian sebagai bahan tambahan makanan alami karena sifatnya yang tidak beracun, antibakteri, antioksidan, pembentuk film, biokompatibilitas dan biodegradabilitas. Banyak penelitian yang menggabungkan antara kitosan dengan bahan baku lain untuk membuat plastik, misalnya menggabungkan antara kitosan dengan pati (Apriyanti, dkk; 2013: 149). Kitosan mempunyai aktivitas antimikroba karena sifat-sifat yang dimilikinya yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan sekaligus melapisi produk yang diawetkan sehingga terjadi interaksi yang minimal antara produk dan lingkungannya (Apriyanti, dkk; 2013: 149).

Pelarut terbaik yang digunakan dalam proses pembuatan membran polimer berbahan dasar kitosan adalah pelarut asam asetat. Pelarut yang umum digunakan

untuk melarutkan kitosan adalah asam asetat dengan konsentrasi 1 – 2 %. ( Astuti, 2008). Asam asetat adalah cairan tidak berwarna dengan karakteristik bau yang tajam, berasa asam, serta larut dalam air, alkohol dan gliserol. Rumus empiris asam asetat adalah  $C_2H_4O_2$  dan rumus strukturnya  $CH_3COOH$  ( Astuti, 2008: 19).

Kitosan berbentuk spesifik dan mengandung gugus amino dalam rantai panjangnya. Kitosan adalah gula yang unik, karena polimer ini mempunyai gugus amino bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif. Kitosan telah dimanfaatkan dalam berbagai keperluan industri seperti industri kertas dan tekstil sebagai zat aditif, industri pembungkus makanan berupa film khusus, industri metalurgi sebagai absorban untuk ion-ion metal (Astuti, 2008).

Tabel 2. 4 Sifat Fisika Kitosan

Spesifikasi	
Penampilan	Putih atau kuning
Bau	Tidak berbau
Kelembaban	Max. 12 %
De-asetilasi	Min. 70 %
Viskositas	Max. 50 cps
Transparansi	Min. 30 cm
Ph	6.5-7.5
Ukuran partikel	20-30 mesh
Kelarutan	Min. 99 % dalam HCL 6 %

(Sumber: Radhiyatullah, dkk; 2015)



## 2.6 Biji Nangka

Tanaman nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk) merupakan salah satu jenis tanaman buah tropis yang multifungsi dan dapat ditanam di daerah tropis dengan ketinggian kurang dari 1.000 meter di atas permukaan laut yang berasal dari India Selatan. Ciri-ciri buah nangka yang sudah matang yaitu memiliki duri yang besar dan jarang, mempunyai aroma nangka yang khas walaupun dalam jarak yang agak jauh, setelah dipetik daging buahnya berwarna kuning segar, tidak banyak yang mengandung getah. Buah tersebut bisa dimakan langsung atau diolah menjadi berbagai masakan (Long, 2011: 8).



Gambar 2.3 Biji Nangka

Biji nangka memiliki bentuk bulat panjang atau lonjong, tergantung pada jenis/varietas nangkanya. Secara garis besar, biji nangka memiliki tiga lapisan kulit, kulit luar yang berwarna kuning dan agak lunak; kulit tengah yang berwarna putih dan liat; serta kulit ari (dalam) yang berwarna cokelat dan menempel pada daging biji (Suprapti, 2004).

Tabel 2.5 Komposisi kimia biji nangka per 100gr.

Komposisi	Jumlah (%)
Kalori (kal)	165
Protein (g)	4.2
Lemak (g)	0.1
Karbohidrat (g)	36.7
Kalsium (mg)	33
Besi (mg)	200
Fosfor (mg)	1
Vitamin B1 (mg)	0.2
Vitamin C (mg)	10
Air (g)	57.7

(Sumber : Nusa, dkk; 2014)

Kedudukan taksonomi tanaman nangka menurut Long ( 2011) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Sub-divisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledonae*

Ordo : *Morales*

Famili : *Moraceae*

Genus : *Artocarpus*

Spesies : *Artocarpus heterophyllus Lamk*

Biji nangka pada umumnya kurang dimanfaatkan, sementara ini pengolahan dan penggunaan tepung biji nangka masih belum banyak dikenal oleh masyarakat. Tepung biji nangka banyak memiliki kelebihan dibandingkan dengan tepung umbi yang lain, yaitu kandungan proteinnya sebesar 4,2%. Biji nangka yang telah diolah menjadi tepung mempunyai kandungan kadar protein sebesar 12,19%. Biji nangka mempunyai 3 lapisan kulit, yaitu lapisan pertama berupa kulit berwarna kuning, agak lunak dan biasanya langsung dilepas ketika biji dikeluarkan dari daging buahnya. Lapisan kedua berupa kulit yang liat dan berwarna putih setelah kering. Lapisan yang ketiga berupa kulit ari yang berwarna coklat dan melekat pada daging biji. Banyaknya biji nangka yang terdapat pada seluruh buah nangka kira-kira 5% ( Long, 2011: 10).

Ekstraksi pati dari biji nangka dapat dilakukan secara basah atau secara kering dengan menjadikan tepung. Ekstraksi secara basah akan diperoleh pati murni, sedangkan ekstraksi secara kering akan diperoleh tepung biji nangka. Biji nangka banyak yang terbuang atau menjadi limbah, karena hanya daging buah nangka saja yang dikonsumsi masyarakat, tetapi ternyata biji nangka memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi. Kandungan nutrisi biji nangka meliputi karbohidrat 36.7%, protein 4.2% dan lemak 0.1%. Hal ini yang menjadi nilai yang cukup potensial bagi biji nangka untuk dapat dimanfaatkan (Rizal, dkk; 2013: 2)

## 2.7 Karakteristik dan Uji Ketahanan Plastik Biodegradable

### 2.7.1 Uji Ketahanan Terhadap Air

Uji ketahanan terhadap air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui presentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Proses terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat ketahanan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji swelling, yaitu presentase pengembangan film oleh adanya air ( Ummah, 2013: 22). Ketahanan plastik *biodegradable* terhadap air dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan :

W = Massa Sampel Akhir dalam keadaan basah (gr)

W<sub>0</sub> = Massa sampel Awal dalam keadaan kering (gr)

(Ban *et al.*, 2005).

Kadar air yang kecil memberikan pengaruh terhadap penyimpanan bahan makanan, yaitu memperpanjang masa simpannya, karena dapat menghambat aktifitas mikroorganisme (Hidayah, dkk; 2015).

### 2.7.2 Standar Untuk Plastik Biodegradable

Pengujian sifat *biodegradable* bahan plastik dapat dilakukan menggunakan enzim, mikroorganisme dan uji penguburan. Metode uji standar diperlakukan untuk menetapkan dan mengkuantifikasi degradabilitas dan biodegradasi polimer dan

konfirmasi dengan alam dari *breakdown* produk. Standar telah dibangun atau dibawah pembangunan oleh badan Standar Nasional Amerika (ASTM); Eropa (CEN); Jerman (DIN); Jepang (JIS) dan Organisasi Standar Internasional (ISO) untuk mengevaluasi dan mengkuantifikasi *biodegradable* dibawah kondisi lingkungan/pembuangan yang berbeda seperti pengomposan, tanah, laut, Instalasi Pengolahan Air Limbah, dan *anaerobic digester*. Tidak ada perbedaan yang besar diantaranya. Standar ISO akan membawa semua standar tersebut dan menyediakan standar yang diterima secara Global (Ummah, 2013: 23).

### 2.7.3 Pengukuran Densitas

Kerapatan merupakan sifat fisik suatu polimer. Kerapatan suatu bahan berpengaruh terhadap sifat mekanik bahan tersebut, semakin rapat suatu bahan maka semakin meningkatkan sifat mekaniknya, sehingga film plastik yang dihasilkan mempunyai kekuatan tarik yang baik. Kerapatan atau densitas ini dapat didefinisikan sebagai massa per satuan volume bahan. Pengukuran nilai densitas pada plastik sangat penting, karena densitas plastik erat kaitannya dengan kemampuan plastik dalam melindungi produk dari beberapa zat yang ada dalam udara bebas seperti air,  $O_2$  dan  $CO_2$ . Mengemukakan bahwa plastik dengan densitas yang rendah menandakan bahwa plastik tersebut memiliki struktur yang terbuka, artinya mudah atau dapat ditembus fluida seperti air,  $O_2$ , dan  $CO_2$ . Dengan mengetahui densitas, dapat memilih kemasan yang paling tepat dan efisiensi untuk pengemas (Ummah,

2013: 33). Nilai densitas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.2)$$

Keterangan :

$\rho$  = Densitas ( gr/mm<sup>3</sup>)

m = Massa ( gr)

v = Volume ( mm<sup>3</sup>)

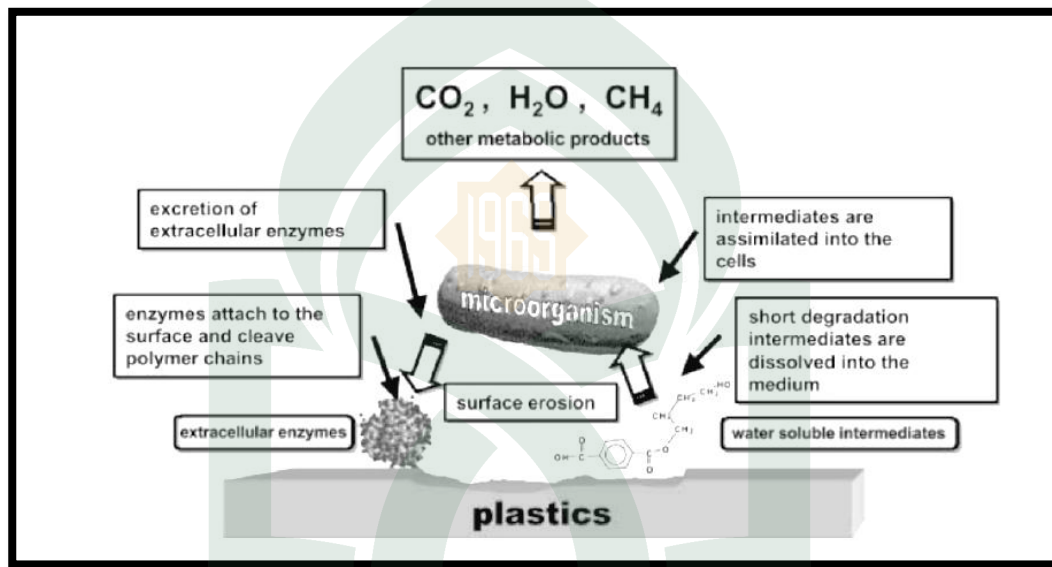
#### 2.8.4 Uji Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik dilingkungan. Proses biodegradabilitas dapat terjadi dengan proses hidrolisis (degradasi kimiawi), bakteri/jamur, enzim (degradasi enzimatik), oleh angin dan abrasi (degradasi mekanik), cahaya (fotodegradasi). Proses ini juga dapat dilakukan melalui proses secara anaerobik dan aerobik (Ummah, 2013: 34).

Sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dengan asumsi komposisi tanah sama. Biodegradasi adalah penyederhanaan sebagian atau penghancuran seluruh bagian struktur molekul senyawa oleh reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalisis oleh mikroorganisme. Biodegradabilitas merupakan kata benda yang menunjukkan kualitas yang digambarkan dengan kerentanan suatu senyawa (organik atau anorganik) terhadap perubahan bahan akibat aktivitas-aktivitas mikroorganisme (Ummah, 2013: 34).

Biodegradasi adalah perubahan senyawa kimia menjadi komponen yang lebih sederhana melalui bantuan mikroorganisme. Saat degradasi, film plastik akan

mengalami proses penghancuran alami. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas kemasan setelah kontak dengan mikroorganisme, yakni: sifat hidrofobik, bahan aditif, proses produksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul bahan kemasan (Ummah, 2013: 35).

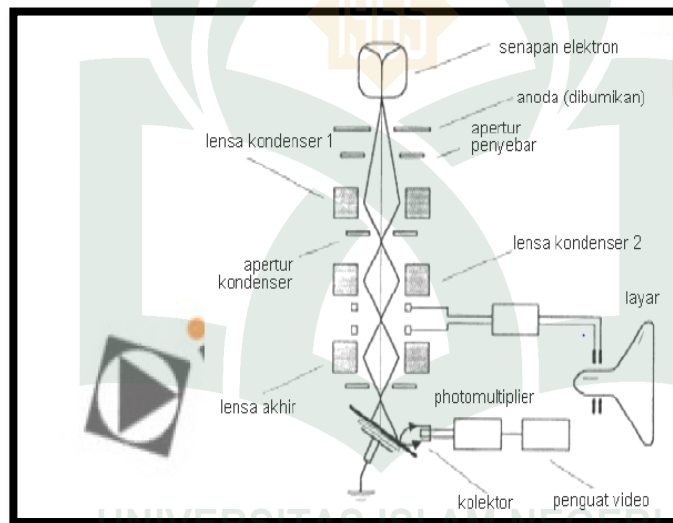


Gambar 2.4 Mekanisme Proses Degradasi Plastik  
(Sumber: Pudjiastuti, 2012)

Degradasi polimer dapat disebabkan oleh beberapa factor seperti sinar matahari, panas, umur dan factor alam. Oleh sebab itu dalam proses pembuatannya polimer ditambahkan berbagai aditif guna mengatasi proses degradasi oleh berbagai factor tersebut. Gambar 2.1 menggambarkan mekanisme degradasi plastik di alam. hasil dari mekanisme proses degradasi plastik akan dihasilkan gas CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan CH<sub>4</sub> (Pudjiastuti, 2012).

## 2.8 Scanning Electron Microscope (SEM)

SEM terdiri dari sebuah senapan elektron yang memproduksi berkas elektron pada tegangan dipercepat sebesar 2 – 30 kV. Berkas elektron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan image berukuran  $< \sim 10\text{nm}$  pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau kedalam tabung layar. Diagram skematik dan cara kerja SEM digambarkan sebagai berikut :



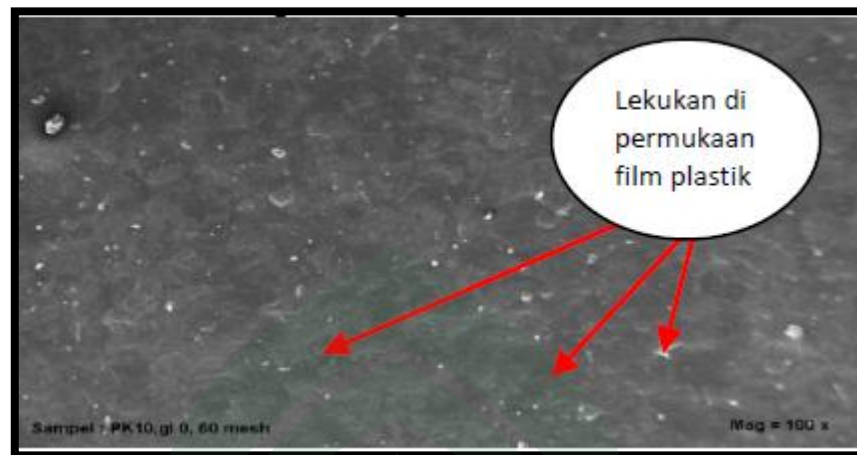
Gambar 2. 5 Diagram skematik fungsi dasar dan cara kerja SEM.  
(Sumber : Anggraeni, 2008)

SEM sangat cocok digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali. Sebelum melalui lensa elektromagnetik terakhir *scanning raster* mendeflesikan berkas elektron untuk men-*scan* permukaan sampel. Hasil scan ini tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan gambar sampel akan tampak pada area yang di-*scan*. Tingkat kontras yang tampak pada tabung sinar katoda timbul karena hasil refleksi



yang berbeda-beda dari sampel. Sewaktu berkas elektron menumbuk permukaan sampel sejumlah elektron direfleksikan sebagai *backscattered electron* (BSE) dan yang lain membebaskan energi rendah *secondary electron* (SE). Emisi radiasi elektromagnetik dari sampel timbul pada panjang gelombang yang bervariasi tapi pada dasarnya panjang gelombang yang lebih menarik untuk digunakan adalah daerah panjang gelombang cahaya tampak (*cathodoluminescence*) dan sinar-X (Anggraeni, 2008: 52).

Elektron-elektron BSE dan SE yang direfleksikan dan dipancarkan sampel dikumpulkan oleh sebuah *scintillator* yang memancarkan sebuah pulsa cahaya pada elektron yang datang. Cahaya yang dipancarkan kemudian diubah menjadi sinyal listrik dan diperbesar oleh *photomultiplier*. Setelah melalui proses pembesaran sinyal tersebut dikirim ke bagian *grid* tabung sinar katoda. *Scintillator* biasanya memiliki potensial positif sebesar 5 – 10 kV untuk mempercepat energi rendah yang dipancarkan elektron agar cukup untuk mengemisikan cahaya tampak ketika menumbuk *scintillator*. *Scintillator* harus dilindungi agar tidak terkena defleksi berkas elektron utama yang memiliki potensial tinggi. Pelindung metal yang mengandung metal *gauze* terbuka yang menghadap sampel memungkinkan hampir seluruh elektron melalui permukaan *scintillator* (Anggraeni, 2008: 52)



Gambar 2.6 Hasil Analisis SEM Film Plastik Pati Kentang Tanpa Gliserol 100x (Sumber: Radiyahtullah, 2015)



Gambar 2.7 Hasil Analisa SEM Film Plastik Pati Kentang Dengan Gliserol 100x (Sumber: Radiyahtullah, 2015)

## 2.9 Integrasi Ayat Al-qur'an dan hadis tentang plastik Biodegradable.

Integrasi keislaman tentang bagaimana plastik *biodegradable* bisa terurai di alam telah tersirat didalam Alqur'an.

Sebagaimana firman Allah swt dalam QS Az Zumar/39: 21.

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا  
مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهْرِجُ فَتَرْلَهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَمًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرَى لِأُولِي  
الْأَلْبَابِ ﴿٦٦﴾

Terjemahnya:

“Apakah engkau tidak memperhatikan, bahwa Allah Swt telah menurunkan air dari langit, lalu diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi, kemudian dengan air itu ditumbuhkan-Nya tanaman-tanaman yang bermacam-macam warnanya, kemudian menjadi kering, lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan, kemudian menjadi dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat pelajaran”.

Quraish M. Shihab dalam tafsir Al-Mishbah, ayat di atas menyatakan tentang bukti-bukti keesaan Allah melalui pemaparan aneka ciptaan-Nya; Dimulai dari kuasa-Nya menurunkan hujan, menciptakan mata air, menumbuhkan tanaman, sampai dengan proses-proses yang dilaluinya hingga hancur. Dia “mengeluarkan” yakni menumbuhkan “tanaman-tanaman” pertanian “yang bermacam-macam” jenis, bentuk, rasa dan “warnanya” walau air menumbuhkannya sama, “lalu ia menjadi kering” atau menguat dan tinggi “lalu engkau melihatnya kekuning-kuningan” setelah sebelumnya segar kehijau-hijauan, “kemudian ia menjadikannya hancur” layu berderai-derai. “Sesungguhnya pada yang demikian itu” yakni proses yang silih berganti dari satu kondisi yang lain “benar-benar terdapat pelajaran” yang sangat berharga (Shihab, 2002: 211-213)

Dalam Tafsir Ibnu Katsir (2004) yaitu Firman Allah: *tsumma yukhriju bihi* *zar'am mukhtalifan alwaanuhuu* ("Kemudian, ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanaman-tanaman yang bermacam-macam warnanya.") yaitu, kemudian dengan air yang turun dari langit dan muncul dari bumi itu, Dia tumbuhkan bermacam-macam tanaman yaitu warna, bentuk, rasa, bau dan manfaatnya. *Tsumma yaHiiju* ("lalu ia menjadi kering") yaitu setelah masa keindahan dan mudanya habis, ia akan mengering sehingga terlihat menguning dan bercampur kering. *Tsumma yaj'aluHuu huthaaman* ("Kemudian dijadikan-Nya hancur berderai.") yaitu kemudian kembali kering dan hancur berderai. *Inna fii dzaalika ladzikraa li ulil albaab* ("Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal.") yaitu bagi orang-orang yang menyadari hal tersebut, lalu mereka mendapat pelajaran bahwa dahulu dunia adalah seperti itu; hijau, menyenangkan dan indah, kemudian kembali menjadi tua renta. Yang dahulu muda kembali menjadi tua dan lemah yang pada akhirnya mati. Orang yang berbahagia adalah orang yang kondisi sesudah kematiannya berada dalam kebaikan.

Ayat tersebut menjelaskan tentang proses penguraian atau penghancuran. Allah Swt dengan kuasan-Nya menurunkan hujan, menumbuhkan tanaman, sampai dengan proses-proses yang dilaluinya hingga hancur. Aktivitas mikroorganisme menjadi air dan gas CO<sub>2</sub> setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Seperti halnya plastik *biodegradable* dapat terurai atau hancur di alam. Plastik ini dapat terdegradasi (terurai/hancur) baik mengalami proses fotodegradasi (cahaya matahari, katalisa),

Degradasi kimiawi (air, oksigen), biodegradasi (bakteri, alga, enzim), atau degradasi mekanik (angin, abrasi). Proses-proses tersebut dapat berlangsung secara tunggal maupun kombinasi.

Dalam Tafsir Ibnu Katsir (2004), Allah Swt menceritakan bahwa asal mula air yang ada didalam tanah berasal dari langit, seperti yang disebutkan oleh firman-Nya dalam Q.S Al-Furqan /25:48.

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا

Terjemahnya:

“Dan Kami turunkan dari langit air yang Amat bersih”

Dalam Tafsir Ibnu Katsir (2004), apabila telah diturunkan air dari langit, maka air itu tersimpan didalam bumi, lalu Allah Swt mengalirkan ke berbagai bagian bumi menurut apa yang dikehendaki-Nya dan Allah Swt menyumberkannya menjadi mata air –mata air ada yang kecil dan ada yang besar menurut apa yang diperlukan. Sering kali Allah Swt membuat perumpamaan bagi kehidupan dunia ini dengan air yang diturunkan –Nya dari langit, lalu dengannya ditumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan dan buah-buahan, sesudah itu menjadi hancur berguguran. Sebagaimana yang disebutkan di dalam firman-Nya melalui ayat lain, yaitu dalam QS Al-Kahfi/18:45

وَأَضْرَبَ لَهُمْ مَثَلًا الْحَيَاةَ الدُّنْيَا كَمَاءٍ أَنْزَلْنَاهُ مِنَ السَّمَاءِ فَاخْتَلَطَ بِهِ نَبَاتُ  
الْأَرْضِ فَأَصْبَحَ هَشِيمًا تَذْرُوهُ الرِّيْحُ وَكَانَ اللَّهُ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ مُّقْتَدِرًا ﴿١٥﴾

Terjemahnya:

“Dan berilah perumpamaan kepada mereka (manusia), kehidupan dunia sebagai air hujan yang Kami turunkan dari langit. Maka menjadi subur karenanya tumbuh-tumbuhan di muka bumi, kemudian tumbuh-tumbuhan itu menjadi kering yang diterbangkan oleh angin, dan adalah Allah, Maha Kuasa atas segala sesuatu”.

Ayat Al-qur'an lain yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu:

Sebagaimana firman Allah swt dalam QS An Naba'/78: 15.

لِّنُخْرِجَ بِهِ حَبًّا وَنَبَاتًا ﴿١٥﴾

Terjemahnya:

“Supaya kami tumbuhkan dengan air itu biji-bijian dan tumbuh-tumbuhan,”

Quraish M. Shihab dalam tafsir Al-Mishbah, Ayat diatas menjelaskan hujan merupakan hasil kumpulan-kumpulan uap air lautan yang membentuk awan dan kemudian berubah setelah semakin membesar menjadi tetesan-tetesan air atau salju. Uap-uap air yang terkumpul bagaikan diperas lalu tercurah dalam bentuk hujan atau embun dahan dan daun-daun pepohonan kebun yang kait-berkaitan mengelilingi satu dengan lainnya karna lebatnya. (Shihab, 2002:12-13).

Keterkaitan ayat tersebut dengan penelitian yaitu bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berasal dari tumbuh-tumbuhan. Biji yang dimaksud dalam ayat ini secara umum kaitannya adalah jenis biji, secara spesifik yakni biji nangka yang kemudian dibuat produk plastik *biodegradable*.

Pada pembuatan Plastik *biodegradable* menggunakan bahan dasar yang berasal dari alam dimana dengan kekuasaan Allah SWT, tanaman dari air hujan.

Sebagaimana firman Allah swt dalam QS An-nahl/16: 11.

يُنَبِّتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَبَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ  
فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Terjemahnya:

“Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan”.

Quraish M. Shihab dalam tafsir Al-Mishbah, menyatakan bahwa Dia, yakni Allah SWT, “menumbuhkan bagi kamu dengannya”, yakni dengan air hujan itu “tanaman-tanaman” dari yang cepat layu sampai dengan yang paling panjang usianya dan paling banyak manfaatnya. Dia menumbuhkan “zaitun” salah satu pohon yang paling panjang usianya, demikaian juga “kurma” yang dapat dimakan mentah atau matang, mudah dipetik dan sangat bergizi lagi berkalori tinggi, juga “anggur” yang dapat kamu jadikan makanan yang halal atau minuman yang haram atau sebagian “buah-buahan” selain yang disebut itu “sesungguhnya pada yang demikian

“ yakni pada curahan hujan dan akibat-akibatnya itu “*ada benar-benar tanda*” yang sangat jelas bahwa yang mengaturnya seperti itu adalah Maha Esa lagi maha Kuasa. Tanda itu berguna “*bagi kaum yang memikirkan*” betapa tidak sumber airnya sama, tanah tempat tumbuhnya berdempet, tetapi ragam dan rasanya berbeda-beda (Shihab, 2002:197-198).

Keterkaitan ayat tersebut dengan penelitian yaitu pada penelitian ini menggunakan biji nangka yang berasal dari tanaman nangka. Dimana dengan Maha Esa lagi maha Kuasa-Nya menciptakan tumbuhan dari curahan hujan menjadi bermacam-macam jenis tumbuhan.

Selain Ayat Al-qur'an diatas, ayat Al-qur'an lain yang berkaitan dengan kuasa Allah SWT dalam menciptakan makhluk hidup termasuk tumbuhan yaitu:

Sebagaimana firman Allah swt dalam QS Al-waqiah 62/65

وَلَقَدْ عَلِمْتُمُ النَّشْأَةَ الْأُولَىٰ فَلَوْلَا تَذَكَّرُونَ ﴿٦٦﴾ أَفَرَأَيْتُمْ مَا تَحْرُثُونَ ﴿٦٧﴾ أَأَنْتُمْ  
تَزْرَعُونَهُ أَمْ نَحْنُ الزَّارِعُونَ ﴿٦٨﴾ لَوْ نَشَاءُ لَجَعَلْنَاهُ حُطًا مَّا فَظَلْتُمْ تَفَكَّهُونَ ﴿٦٩﴾

Terjemahnya:

“Dan Sesungguhnya kamu telah mengetahui penciptaan yang pertama, Maka mengapakah kamu tidak mengambil pelajaran (untuk penciptaan yang kedua)?

Maka Terangkanlah kepadaku tentang yang kamu tanam. kamukah yang menumbuhkannya atau kamikah yang menumbuhkannya? kalau Kami kehendaki, benar-benar Kami jadikan Dia hancur dan kering, Maka jadilah kamu heran dan tercengang”.



Quraish M. Shihab dalam tafsir Al-Mishbah, ayat diatas menjelaskan arti menciptakan manusia dalam bentuk baru karna-tulisannya-sebagian yang meninggal dunia diterkam oleh binatang buas atau ikan atau burung-burung sehingga jasmani mereka tumbuh di jasmani makhluk tersebut atau bisa juga badan mereka telah bercampur dengan tanah dan barang tambang-emas, perak besi dan batu. Pengetahuan tentang penciptaan pertama mestinya mengantar kepada keyakinan tentang adanya kebangkitan setelah kematian. Pada masa lalu kamu belum lagi menarik pelajaran, maka kini dan masa datang seharusnya kamu secara bersungguh-sungguh menarik pelajaran.

Mengantar pada keyakinan akan keniscayaan Allah Swt berfirman : *“maka apakah kamu melihat”* dengan mata kepala atau hati, keadaan yang sungguh menajubkan, tentang benih *“yang kamu”* dari saat kesaat *“tanam”* kamukah yang *“menumbuhkannya”* setelah benih itu kamu tanam, sehingga dia pada akhirnya berbuah atautkah *“kamu para penumbuhnya?”* *“kalau Kami kehendaki maka benar-benar Kami menjadikannya”* yakni tanaman itu kering tidak berbuah dan hancur berkeping-keping sebelum kamu petik akibat terkena sengatan matahari atau dimakan hama: *“maka kamu”* terus-menerus sepanjang hari *“menjadi heran tercengan”* seraya berkata: *“Sesungguhnya kami benar-benar menderita “* kerugian waktu, tenaga dan harta benda, setelah kami bersungguh-sungguh berupaya (Shihab, 2002: 564-568)

Ayat tersebut menjelaskan tentang kekuasaan Allah Swt dalam menciptakan makhluk hidup dan menjadikan makhluk hidup termasuk tumbuhan, dengan kehendak-Nya dijadikan kering tidak berbuah dan hancur berkeping-keping akibat

terkena sengatan matahari atau dimakan hama. Seperti halnya dalam penelitian ini, menggunakan bahan dasar dari tumbuhan yaitu biji nangka dan dibuat menjadi Produk plastik *biodegradable*. Karena plastik ini terbuat dari bahan alam, maka plastik ini akan hancur di alam yaitu di tanah akibat proses yang dilaluinya diantaranya terkena matahari dan terurai oleh mikroorganisme dengan izin Allah Swt.

Selain Ayat Al-qur'an diatas, ayat Al-qur'an lain yang berkaitan dengan menjaga lingkungan hidup, yaitu:

Sebagaimana firman Allah swt dalam QS Ar-Rum 30/41

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي  
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Terjemahnya:

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusi, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.

Dalam ayat ini, berkaitan dengan persoalan lingkungan, diisyaratkan suatu kandungan asas kewajiban intropeksi dan koreksi bagi manusia. Dewasa ini manusia sadar bahwa bumi telah merosot kualitas atau mutu lingkungannya, baik di darat, laut maupun udara. Dalam petikan ayat diatas manusia diingatkan bahwa kerusakan atau kemorosotan adalah akibat dari perbuatan tangan manusia sendiri yaitu akibat dari implementasi sains dan teknologi modern secara serakah. Manusia harus sadar, bahwa apa-apa yang telah dilakukannya itu membawa implikasi bagi keberlangsungan ekosistem bumi (Alim, 1998).

Keterkaitan ayat tersebut dengan penelitian yaitu pada penelitian ini membuat produk plastik *biodegradable*, dimana plastik ini ramah lingkungan, dapat terurai di alam sehingga tidak merusak lingkungan hidup. Dimana ayat ini memerintahkan agar menjaga lingkungan hidup, karena zaman modern saat ini banyak menggunakan plastik yang tidak ramah lingkungan sehingga dapat merusak lingkungan hidup.

Adapun kesimpulan integrasi ayat alqur'an yaitu pada surah Az Zumar ayat 21 yaitu menjelaskan tentang proses penguraian atau penghancuran, Allah SWT dengan kuasa-Nya menurunkan hujan, menumbuhkan tanaman sampai proses penghancuran seperti halnya plastik *biodegradable* dapat terurai di Alam. Proses penghancuran juga terdapat pada surah Al-Waqiyah ayat 65 menjelaskan tentang kekuasaan Allah Swt dalam menciptakan makhluk hidup dan menjadikan makhluk hidup termasuk tumbuhan, dimana dengan kehendak-Nya dijadikan kering tidak berbuah dan hancur berkeping-keping akibat terkena sengatan matahari atau dimakan hama. Surah An-nahl ayat 11 tentang tanaman-tanaman. Surah An Naba ayat 15 tentang biji-bijian dan tumbuh-tumbuhan dimana dalam penelitian ini menggunakan tumbuhanangka. Surah Ar-Rum ayat 41 tentang menjaga lingkungan hidup dimana pada penelitian ini membuat plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan.

Adapun hadis yang berkaitan dengan manfaat tanaman dalam kehidupan. Dimana manusia harus belajar dari perilaku Nabi Muhammad, yang dalam hadis riwayat Al-Bukhari dan Muslim, bersabda:

مَا وَ صَدَقَّةٌ لَهُ مِنْهُ سُرِقَ مَا وَ صَدَقَّةٌ لَهُ مِنْهُ أَكَلَ مَا كَانَ إِلَّا غَرْسًا يَغْرِسُ مُسْلِمٌ مِنْ مَا  
 أَكَلَتْ صَدَقَّةٌ لَهُ كَانَ إِلَّا أَحَدٌ يَرْزُوهُ لَا وَ صَدَقَّةٌ لَهُ فَهُوَ الطَّيْرُ

Terjemahnya:

Tidaklah seorang muslim menanam suatu tanaman atau pohon, kemudian hasilnya dimakan oleh burung, manusia atau binatang melainkan apa yang dilakukannya itu menjadi sedekah baginya. (Riwayat al-Bukhari dan Muslim dari Anas)

Dalam tafsir Ilmi, Al-qur'an juga menyebutkan beberapa hasil pertanian seperti biji-bijian, sayuran dan sejenisnya. Tumbuhan bersama semua ciptaan Allah di bumi dan alam semesta, pada dasarnya mempunyai dua fungsi kunci. Tumbuhan adalah makhluk hidup yang memiliki hak dan kewajiban tersendiri, menyembah dan menjunjung tinggi perintah Allah, dengan caranya sendiri yang tidak dimengerti manusia. Mereka diturunkan ke bumi untuk keuntungan manusia dan binatang. Sebagian besar obat-obatan yang ada saat ini diperoleh dari tumbuhan. Sebanyak 80% penduduk di bumi dalam menjaga kesehatannya sangat bergantung pada obat-obatan tradisional yang menggunakan bahan alami dari tumbuhan, binatang dan mineral.

Integrasi keilmuan hadis ini yaitu pada penelitian ini menggunakan tumbuhan nangka dimana biji dari tumbuhan nangka diambil lalu dijadikan plastik *biodegradable*. Begitu banyak fungsi dari tumbuhan nangka diantaranya bahwa biji nangka yang kurang dimanfaatkan dapat dibuat plastik yang ramah lingkungan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### ***3.1 Waktu dan Tempat Penelitian***

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-September 2017. Adapun tempat penelitian yaitu:

1. Tempat pembuatan plastik *biodegradable* yaitu di Laboratorium Kimia Fisika, Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
2. Pengujian ketahanan air dan densitas bertempat di Laboratorium Fisika Dasar, Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
3. Pengujian struktur mikro menggunakan alat SEM di Laboratorium Mikro Struktur Universitas Negeri Makassar (UNM).
4. Pengujian degradasi bertempat di BTN Bumi Samata Permai.

#### ***4.2 Variabel Penelitian***

##### **4.2.1 Variabel Bebas**

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu variasi kitosan (0.5 mL; 1 mL; 1.5 mL) dan konsentrasi pati (2 gr; 4 gr; 6 gr; 8 gr;).

##### **4.2.2 Variabel Terikat**

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu sifat ketahanan terhadap air dan densitas menggunakan persamaan dan karakterisasi struktur mikro menggunakan alat SEM.

### 4.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

#### 4.3.1 Alat

- a. Alat yang digunakan untuk pembuatan pati biji nangka terdiri dari : Mesh shaker, blender, pisau dan mortar.
- b. Alat yang digunakan untuk pembuatan larutan terdiri dari : Oven, magnetic stirrer, timbangan digital, lampu bunsen, kaki 3, kain kasa, gelas ukur 50 mL, thermometer, labu takar 50 mL, 100 mL, cetakan plat kaca 12x18x5 cm<sup>3</sup>, Pipet 5 mL, 2 mL, thermometer, spatula, pengaduk dan gelas kimia 100 mL, 500 mL.
- c. Alat yang digunakan untuk pengujian plastik terdiri dari : *Scanning electron microscop* (SEM), mikrometer sekrub, timbangan analitik, gelas kimia dan penjepit.

#### 4.3.2 Bahan

- a. Pati biji nangka
- b. Kitosan
- c. Gliserol
- d. Asam asetat
- e. Aquades

### 4.4 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur kerja dalam penelitian ini yaitu :

#### 4.4.1 Pembuatan Pati Biji Nangka

- a. Menyiapkan biji nangka.
- b. Mengupas hingga hilang kulit ari lalu dicuci bersih.
- c. Merendam biji nangka kedalam air kapur selama 1 jam.
- d. Mencuci biji nangka.
- e. Meniriskan sebentar.
- f. Biji nangka dihaluskan menggunakan blender dan ditambahkan aquades sebanyak 500 mL.
- g. Mengeringkan di bawah terik sinar matahari selama 1-2 hari.
- h. Mengayak dengan ayakan biasa.
- i. Menggerus menggunakan mortar.
- j. Mengoven selama 30 menit.
- k. Mengayak menggunakan 100 mesh.
- l. Menyimpan pati biji nangka yang telah halus dan kering ke dalam wadah.

#### 4.4.2 Pembuatan Sediaan Larutan

##### a. *Pembuatan larutan kitosan*

Adapun prosedur kerja yaitu :

1. Menimbang Kitosan sebanyak 5 gr.
2. Mencampurkan 5 gr kitosan dengan 500 mL asam asetat 1 %, kemudian diaduk sampai tercampur.
3. Menyimpan larutan ke dalam gelas kimia 500 mL.

*b. Pembuatan larutan pati*

1. Variasi kitosan

Adapun prosedur kerja yaitu :

- a. Menimbang pati sebanyak 5 gr.
- b. Mengambil 50 mL aquades menggunakan gelas ukur.
- c. Mencampurkan 5 gr pati ke dalam 50 mL aquades.
- d. Mengaduk menggunakan magnetic stirrer selama 15 menit.
- e. Melakukan langkah a sampai d untuk setiap sampel.

2. Variasi pati

Adapun prosedur kerja yaitu :

- a. Menimbang pati 2, 4, 6, 8 gr pati masing-masing dicampurkan dengan 50 mL aquades.
- b. Mengaduk menggunakan magnetic stirrer selama 15 menit.
- c. Melakukan langkah a dan b untuk setiap sampel.

**3.4.3 Pencampuran Bahan Dasar**

Adapun prosedur kerja yaitu:

- a. Memanaskan larutan pati menggunakan lampu bunsen sampai pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$ .
- b. Mencampurkan sampel kitosan dan gliserol kemudian dipanaskan kembali menggunakan lampu bunsen sampai pada suhu  $80-90^{\circ}\text{C}$ .
- c. Melakukan langkah a sampai b untuk semua sampel.



### 3.4.4 Tabel Pencampuran Larutan

#### a. Variasi Kitosan

Tabel. 3.1 Pencampuran larutan plastik *Biodegradable* untuk variasi kitosan

Kode Sampel	Campuran larutan plastik		
	Kitosan (mL)	Gliserol (mL)	Pati biji nangka (gr) + Aquades (mL)
A	0.5	0.2	5+50
B	1	0.2	5+50
C	1.5	0.2	5+50

#### b. Variasi Konsentrasi Pati

Tabel. 3.2 Pencampuran larutan plastik *biodegradable* untuk variasi konsentrasi pati

Kode Sampel	Campuran Larutan Plastik		
	Kitosan (mL)	Gliserol (mL)	Pati biji nangka (gr) + Aquades (mL)
D	0.5	0.2	2+ 50
E	0.5	0.2	4 + 50
F	0.5	0.2	6 + 50
G	0.5	0.2	8 + 50

### 3.4.5 Pencetakan

Adapun prosedur kerja yaitu:

- a. Menyiapkan plat kaca.
- b. Mengambil gelas kimia yang berisi 50 mL larutan yang telah dicampur (kitosan, pati, gliserol dan aquades).
- c. Memasukkan pada plat kaca berukuran  $18 \times 12 \times 5 \text{ cm}^3$ .
- d. Memasukkan kedalam oven pada suhu  $60^\circ \text{C}$  selama 4 jam.
- e. Memasukkan pada lemari yang disinari lampu dengan suhu  $37^\circ \text{C}$ , selama  $\pm 24$  jam.
- f. Melepaskan plastik dari plat kaca untuk dilakukan uji karakteristik.

### 3.4.6 Pengujian dan Karakterisasi Plastik Biodegradable

#### a. Sifat ketahanan Terhadap Air

Adapun prosedur kerja yaitu:

1. Memotong 7 sampel dengan ukuran  $1 \times 1 \text{ cm}^2$ .
2. Mengisi gelas dengan aquades.
3. Menimbang sampel sebagai massa awal ( $w_0$ ).
4. Meletakkan sampel didalam gelas yang berisi air aquades.
5. Mengangkat sampel menggunakan penjepit setelah 10 detik
6. Lalu meletakkan plastik diatas tissu.
7. Menimbang massa sampel ( $w$ ).
8. Melakukan langkah 3-7 sampai massa konstan.

9. Melakukan langkah 1 sampai 7 untuk sampel berikutnya.

Untuk mengetahui ketahanan terhadap air plastik *biodegradable* dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

W = Massa sampel akhir dalam keadaan basah (gr)

W<sub>0</sub> = Massa sampel awal dalam keadaan kering (gr)

Tabel 3.3 Pengamatan uji ketahanan terhadap air

No.	Sampel	Serapan Air (%)
1	A	
2	B	
3	C	
Dst		

#### b. Pengukuran Densitas

Adapun prosedur kerja yaitu:

1. Memotong sampel dengan ukuran seragam yaitu 1x2 cm<sup>2</sup>.
2. Menimbang sampel dengan menggunakan timbangan digital
3. Mengukur tinggi atau tebal menggunakan mikrometer sekrup, kemudian melakukan pengukuran volume.
4. Melakukan langkah 1 sampai 3 untuk sampel berikutnya.

Tabel 3.4 Pengamatan Uji Densitas

No.	Sampel	$\rho$ ( gr/mm <sup>3</sup> )
1	A	
2	B	
3	C	
dst		

### c. Uji Biodegradabilitas Plastik *Biodegradable*

Uji biodegradabilitas yang dipilih yaitu mengendalikan mikroorganisme tanah sebagai pembantu dalam proses degradasi dan mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk sampel sampai mengalami degradasi. Uji biodegradabilitas sampel berukuran 4x1 cm<sup>2</sup> ditanam didalam pot yang berisi tanah dan sampel dibiarkan terkena udara tanpa ditutupi.

Tabel 3.5 Pengamatan Uji Biodegradabilitas

No.	Hari ke	Perubahan Kondisi Fisik Sampel Plastik <i>Biodegradable</i>						
		A	B	C	D	E	F	G
1	3							
2	4							
3	5							
dst								

**d. Uji Struktur Mikro Permukaan Plastik *Biodegradable*.**

Adapun prosedur kerja dalam mengamati struktur mikro yaitu:

1. Memotong kecil sampel dengan ukuran 1 cm x 1 cm.
2. Melapisi permukaan plastik dengan logam yaitu emas paladium.
3. Mengatur SEM dengan kondisi perbesaran 500x serta operasi tegangan 15 kv
4. Mengamati hasil gambar tofografi struktur mikro permukaan sampel.

**3.5 Teknik Analisis Data**

Metode analisis data yang digunakan yaitu perhitungan matematis, metode grafik dan analisa deskriptif untuk uji biodegradabilitas. Pada metode perhitungan matematis untuk menentukan nilai serapan air dan densitas. Sedangkan metode grafik untuk uji struktur mikro serta analisa deskriptif untuk uji biodegradabilitas.

Adapun persamaan yang digunakan yaitu :

**3.5.1 Uji Ketahanan Terhadap Air Menggunakan Persamaan:**

$$\text{Air yang diresap (\%)} = \frac{w - w_o}{w_o} \times 100\%$$

Keterangan :

W = Massa sampel akhir dalam keadaan basah (gr)

Wo = Massa sampel awal dalam keadaan kering (gr)

**3.5.2 Uji Densitas Menggunakan Persamaan:**

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

$\rho = \text{Densitas ( gr/mm}^3 \text{ )}$

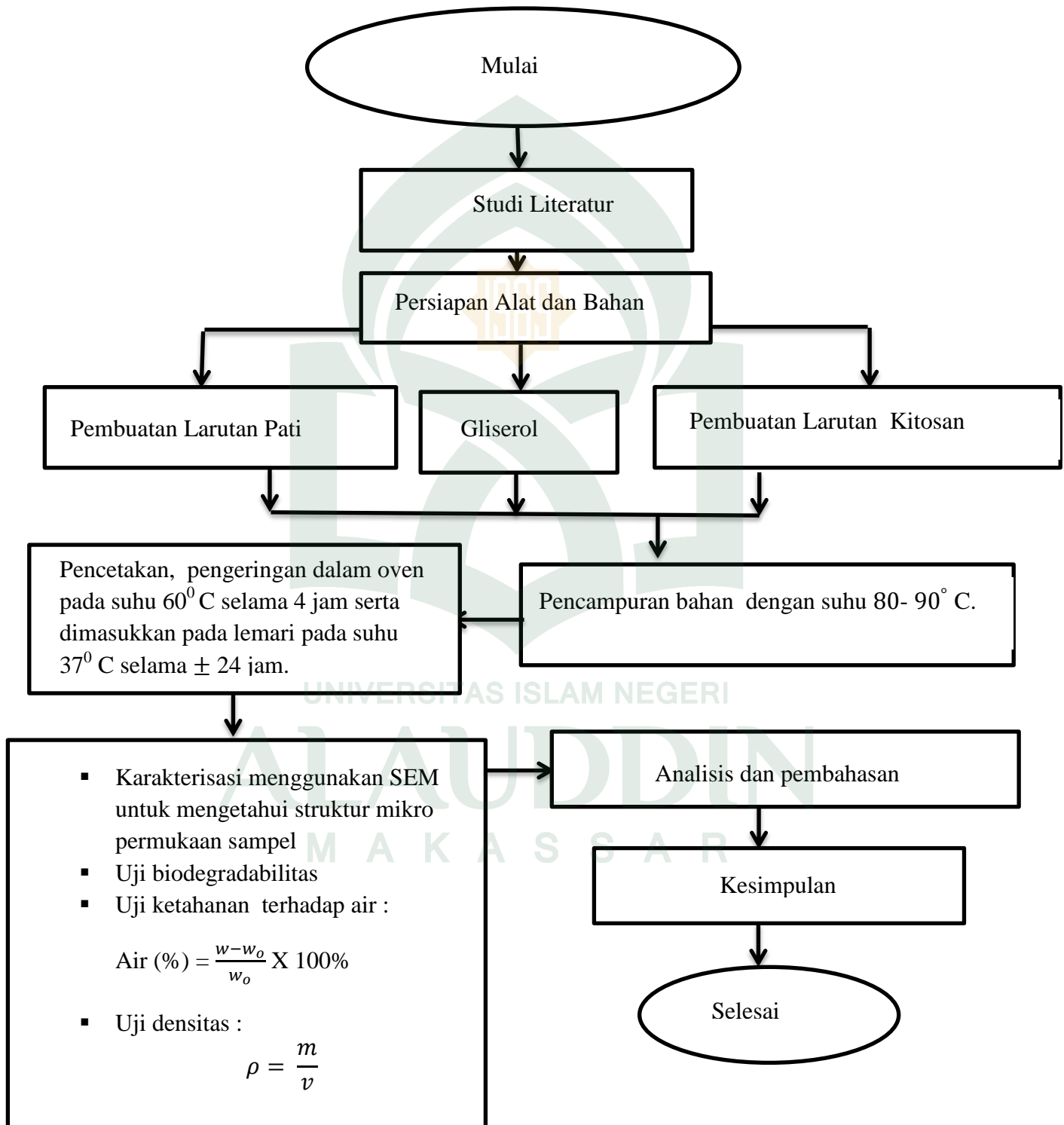
$m = \text{Massa ( gr)}$

$v = \text{Volume (mm}^3 \text{)}$



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

### 3.6 Bagan Alir Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### ***4.1 Hasil***

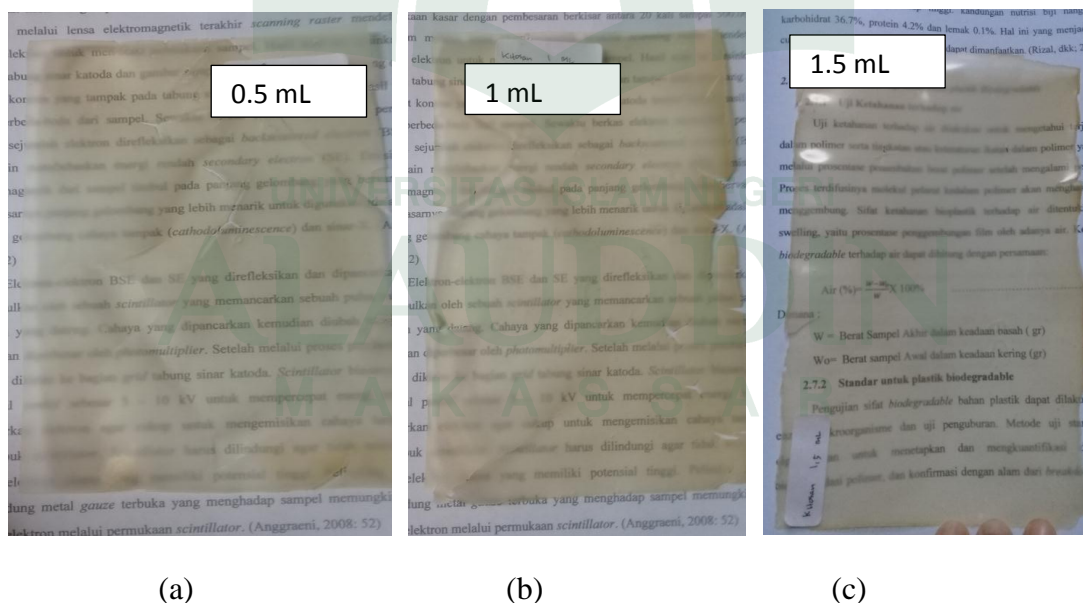
Telah dilakukan penelitian pembuatan plastik *biodegradable* dengan bahan dasar dari pati biji nangka. Dengan memanaskan pati yang dicampur dengan aquades dan ditambahkan dengan kitosan dan gliserol sampai pada suhu 80-90<sup>0</sup>C. Kemudian dimasukkan kedalam plat kaca dengan ukuran 12x18x5 cm<sup>3</sup>. Lalu dioven pada suhu 60<sup>0</sup>C selama 4 jam. Kemudian dimasukkan di dalam lemari dengan suhu 37<sup>0</sup>C selama  $\pm$ 24 jam. Untuk melarutkan bubuk kitosan menggunakan asam asetat 1%, hal ini dikarenakan bubuk kitosan dapat larut dalam larutan asam asetat. Fungsi penambahan kitosan pada penelitian ini yaitu karena pati berasal dari bahan alam yang mudah terkena jamur dan bakteri sehingga dibutuhkan penambahan kitosan, dimana kitosan berfungsi sebagai antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan jamur dan mikroorganisme. Sedangkan fungsi penambahan gliserol yaitu agar plastik *biodegradable* yang dihasilkan fleksibel/tidak kaku.

Pada penelitian ini membuat 7 sampel dengan 2 variasi. Pertama variasi kitosan sebanyak 3 sampel, dengan variasi 0.5 mL, 1 mL dan 1.5 mL. Sedangkan untuk variasi konsentrasi pati 4 sampel yaitu 2 gr, 4 gr, 6 gr dan 8 gr. Plastik *biodegradable* telah dibuat dan 1 plastik untuk variasi pati yaitu 8 gr plastiknya terlihat banyak sekali yang retak.

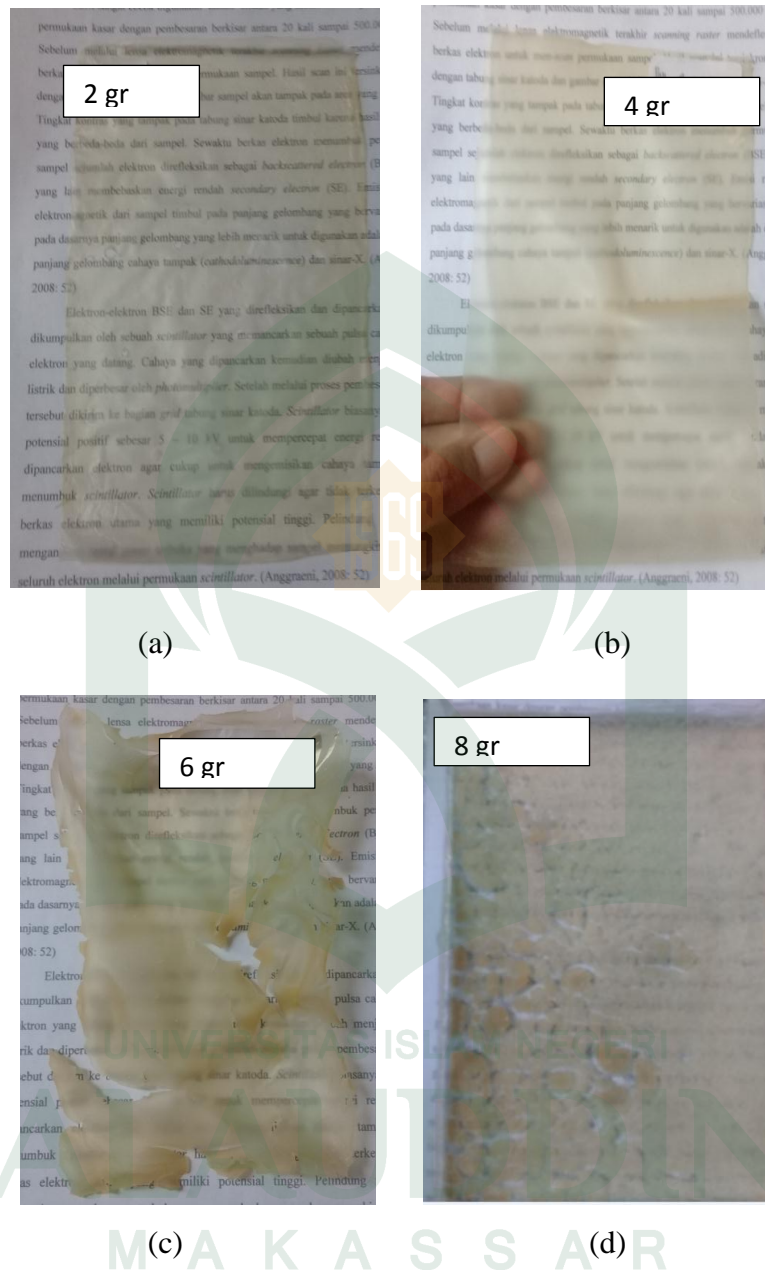


Dari hasil pembuatan plastik *biodegradable* untuk variasi kitosan 3 sampel, hasil menunjukkan bahwa 0.5 mL dan 1 mL ada beberapa bagian dari sampel terjadi keretakan sedangkan 1.5 hanya sedikit yang retak. Hasil dapat terlihat pada gambar 4.1 untuk variasi kitosan.

Pembuatan plastik *biodegradable* untuk variasi pati, hasil menunjukkan bahwa 2 gr terlihat sangat tipis dan tidak halus. Untuk penambahan 4 gr tidak ada bagian yang retak dan permukaannya lebih halus dibandingkan dengan sampel lainnya. Untuk sampel dengan penambahan 6 gr banyak yang retak dan ada bagian yang hilang. Sedangkan untuk penambahan 8 gr plastik terlihat banyak sekali yang retak dibandingkan dengan plastik yang lainnya.



Gambar 4.1 Plastik *Biodegradable* (a) Kitosan 0.5 mL (b) , Kitosan 1 mL dan (c) Kitosan 1.5 mL



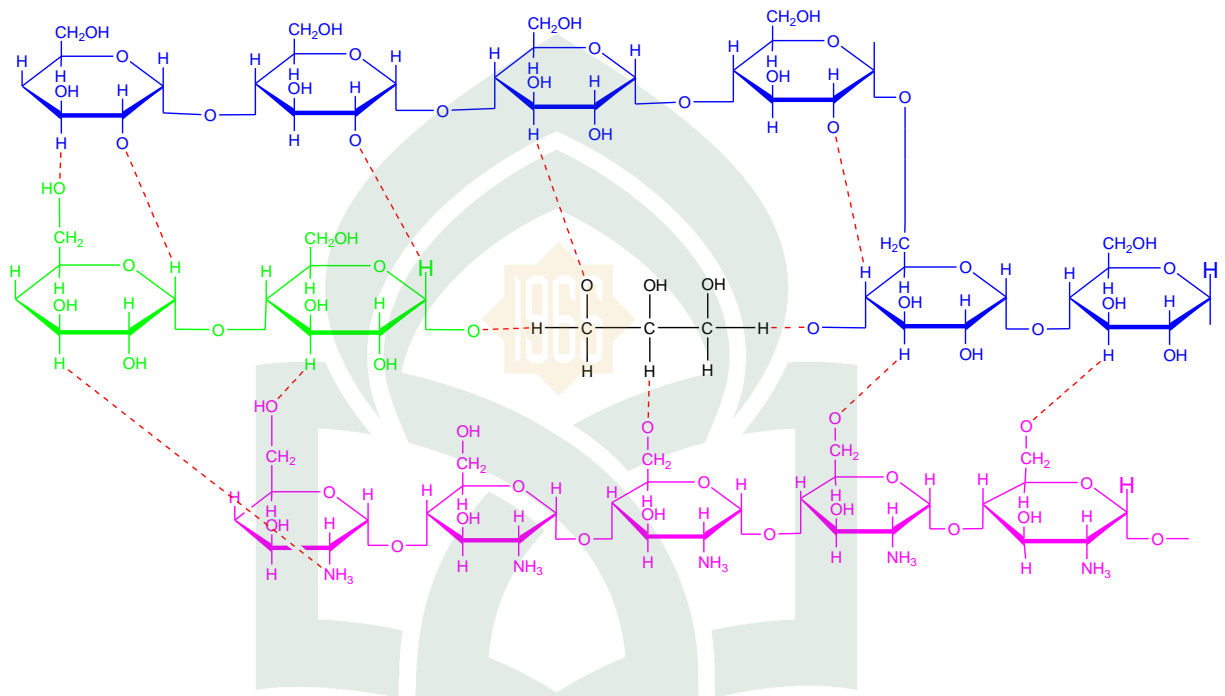
Gambar 4.2 Plastik *Biodegradable* (a) Pati 2 gr dan (b) pati 4 gr, (c) pati 6 gr dan (d) pati (8 gr).

#### 4.2 Pembahasan

Berdasarkan gambar 4.1 terlihat penampakan fisik Plastik *biodegradable* berwarna cokelat muda dan transparan. Jika dilihat secara fisik, plastik terbaik untuk variasi kitosan yaitu 1.5 mL, plastik terlihat hanya sedikit yang retak. Hal ini disebabkan karena larutan tercampur homogen. Variasi kitosan 0.5 mL dan 1 mL terlihat ada beberapa bagian yang retak. Hal ini disebabkan pada proses pemanasan, larutan tidak homogen. Hal ini juga didukung oleh hasil SEM dimana penampakan struktur mikro 0.5 mL dan 1 mL terdapat beberapa butiran pati yang tidak tercampur atau tidak homogen.

Sedangkan untuk variasi konsentrasi pati, plastik terbaik yaitu dengan penambahan pati 4 gr terlihat pada gambar 4.2, plastik terlihat transparan dan tidak ada yang retak. Hal ini disebabkan karena campuran komposisi plastik seimbang dibandingkan dengan komposisi sampel yang lain. Pada plastik dengan penambahan pati 2 gr, plastik sangat tipis dibandingkan dengan plastik yang lain, hal ini disebabkan karena massa pati yang sedikit dibandingkan dengan sampel lainnya. Untuk penambahan pati 6 gr, plastik terlihat kaku dan retak. Hal ini disebabkan karena penambahan massa pati yang terlalu berat dan ada sedikit bagian yang hilang karena tertinggal di cetakan, hal ini disebabkan karena banyaknya massa pati. Begitu juga dengan penambahan pati 8 gr plastiknya terlihat banyak sekali yang retak dan kurang bening. Hal ini disebabkan karena massa pati yang terlalu banyak dibandingkan dengan sampel lainnya.

Menurut Kristian, 2015 Interaksi hidrogen pada molekul-molekul amilosa, amilopektin, kitosan dan gliserol dalam plastik *biodegradable* sebagai berikut:



Gambar 4.3 Interaksi Hidrogen Pada Molekul-Molekul Amilosa, Amilopektin, Kitosan dan Gliserol dalam Plastik *Biodegradable*

Keterangan:

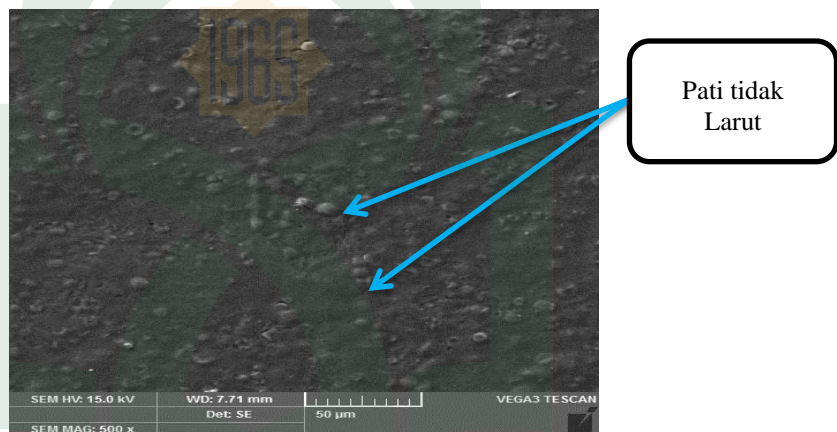
- = Amilopektin
- = Amilosa
- = Gliserol
- = Kitosan

Gambar 4.3 menunjukkan interaksi hidrogen pada molekul-molekul amilosa, amilopektin, kitosan dan gliserol dalam plastik *biodegradable* dimana gliserol mempunyai rumus kimia  $C_3H_5(OH)_3$ , Kitosan memiliki gugus amino ( $NH_2$ ) yang

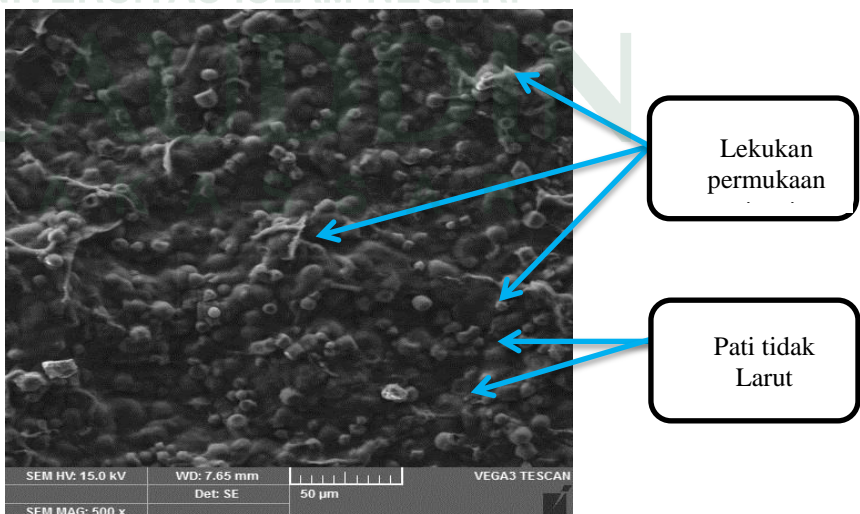
relatif lebih banyak dibandingkan kitin. Sedangkan pada pati terdapat amilosa dan amilopektin. Atom H dan O-H pada amilosa dan amilopektin saling berikatan dengan ikatan hidrogen pada gliserol sedangkan kitosan membentuk ikatan hidrogen, sehingga membentuk plastik *biodegradable*.

#### 4.2.1 Uji Struktur Mikro

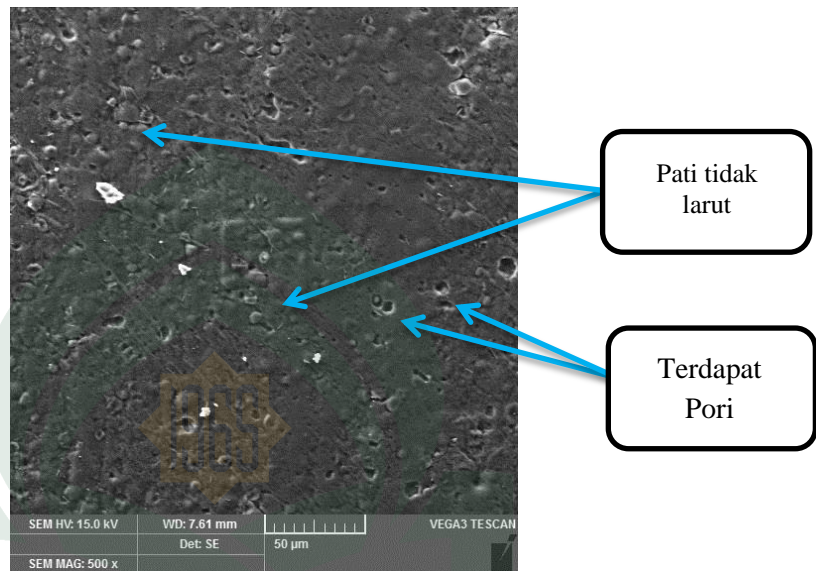
a. Untuk variasi kitosan



Gambar 4.4 Struktur mikro plastik *biodegradable* dengan penambahan 0.5 mL pada perbesaran 500x

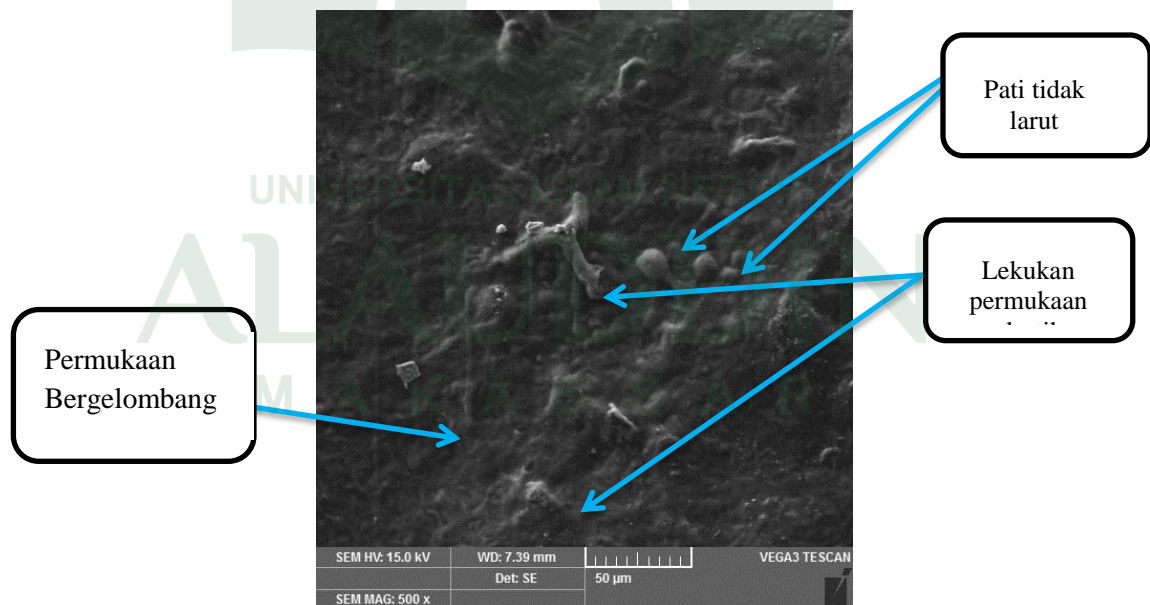


Gambar 4.5 Struktur mikro plastik *biodegradable* dengan penambahan 1 mL pada perbesaran 500x



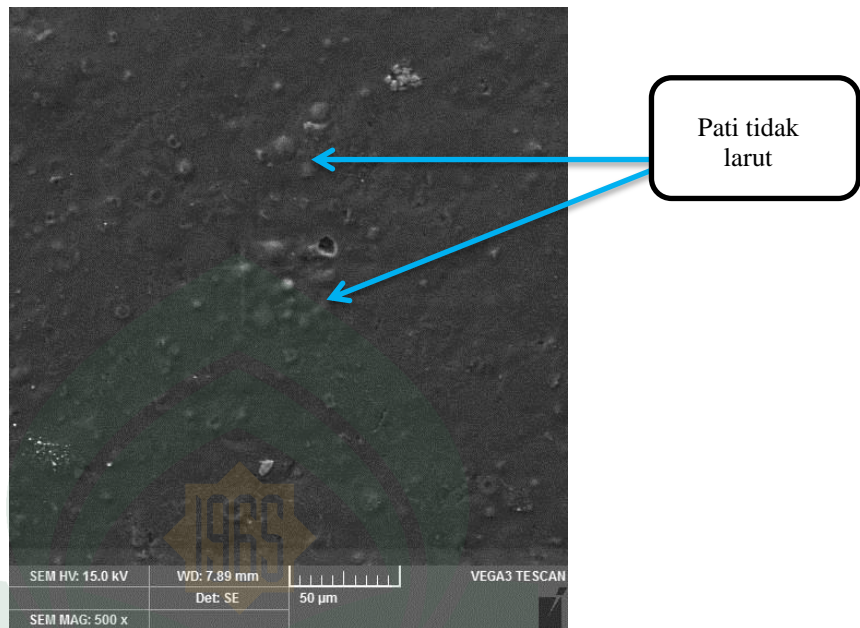
Gambar 4.6 Struktur mikro plastik *biodegradable* dengan penambahan 1.5 mL pada perbesaran 500x

b. Untuk Variasi Pati

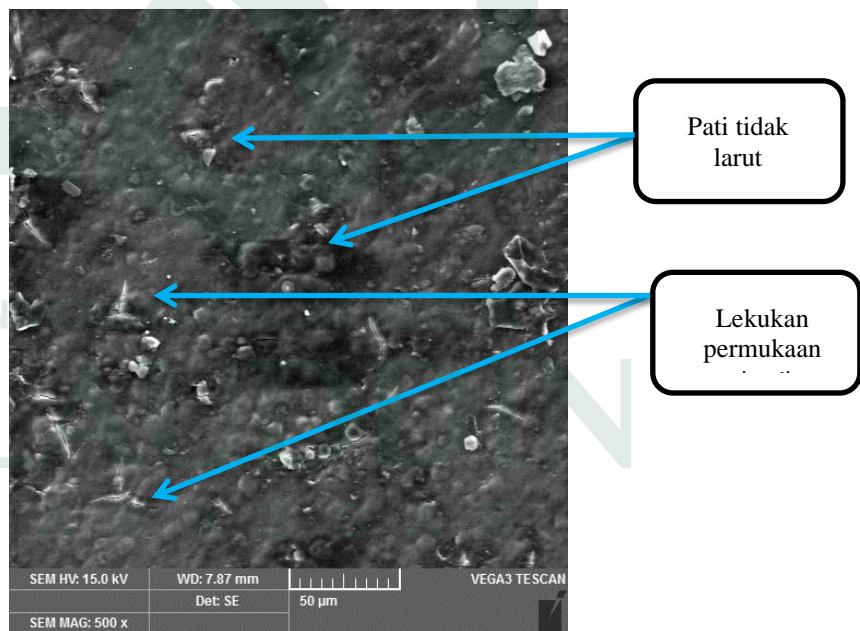


Gambar 4.7 Struktur mikro plastik *biodegradable* dengan penambahan 2 gr pada perbesaran 500x

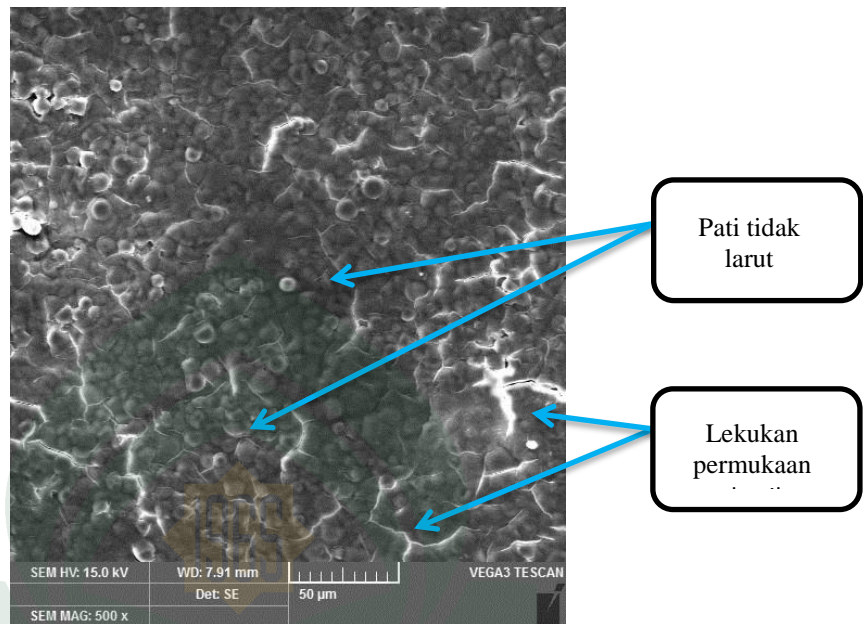




Gambar 4.8 Struktur mikro plastik *biodegradable* dengan penambahan 4 gr pada perbesaran 500x



Gambar 4.9 Struktur mikro plastik *biodegradable* dengan penambahan 6 gr pada perbesaran 500x



Gambar 4.10 Struktur mikro plastik *biodegradable* dengan penambahan 8 gr pada perbesaran 500x

Berdasarkan hasil uji SEM, diperoleh hasil struktur mikro untuk variasi kitosan, didapatkan penampakan struktur mikro terbaik yaitu pada penambahan 1.5 mL. Karena ukuran butiran lebih kecil dibandingkan sampel lainnya. Hal ini disebabkan campuran bahan yang lebih homogen. Hal ini juga didukung oleh penampakan secara fisik plastik terbaik yaitu permukaan plastik lebih halus dibandingkan dengan sampel lainnya. Semakin kecil ukuran diameter butiran maka struktur mikro plastik *biodegradable* semakin baik.

Berdasarkan hasil uji SEM, diperoleh hasil struktur mikro untuk variasi konsentrasi pati, didapatkan penampakan struktur mikro terbaik yaitu pada penambahan pati sebanyak 4 gr. Karena ukuran butiran lebih kecil dibandingkan sampel lainnya. Hal ini juga disebabkan massa pati yang seimbang sehingga pada saat

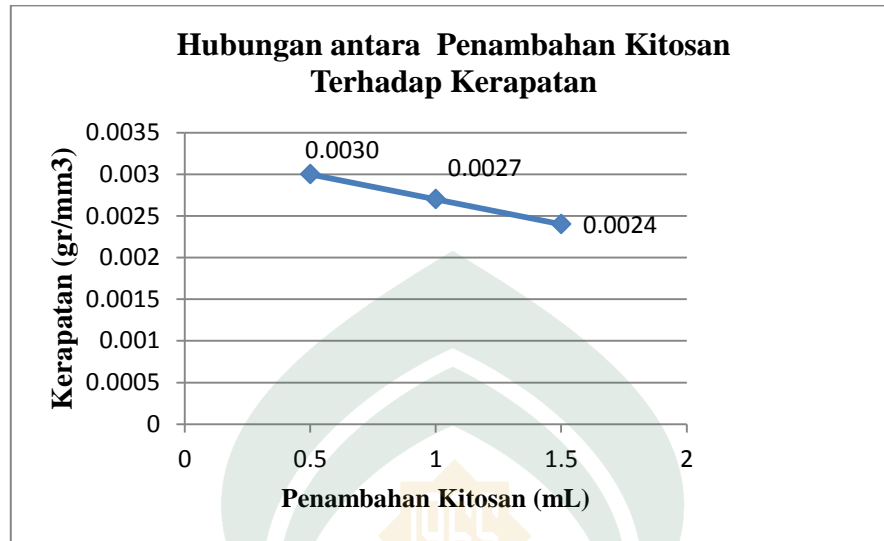


melakukan pencampuran mudah tercampur antara pati dan pelarut aquades, lebih terlarut dan dipengaruhi oleh proses pencampuran larutan dengan melakukan pemanasan dilakukan pengadukan yang baik sehingga larutan lebih homogen dibandingkan dengan sampel lainnya. Hal ini didukung juga pada hasil fisik plastik dimana plastik lebih halus dan tidak ada yang retak.

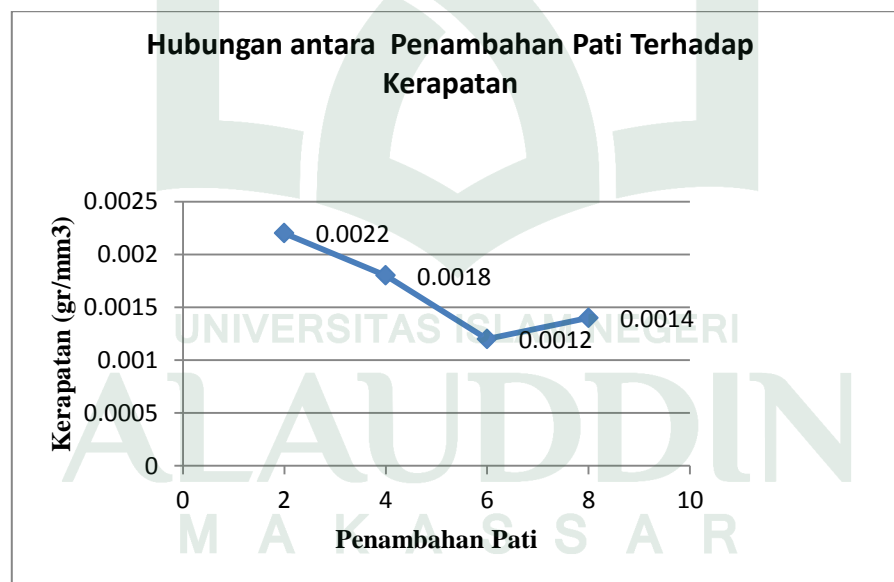
#### 4.2.2 Uji Densitas

Tabel 4.1 Pengamatan Uji Densitas

No.	Sampel	$\rho$ ( gr/mm <sup>3</sup> )
1	A	0.0030 gr/mm <sup>3</sup>
2	B	0.0027 gr/mm <sup>3</sup>
3	C	0.0024 gr/mm <sup>3</sup>
4	D	0.0022 gr/mm <sup>3</sup>
5	E	0.0018 gr/mm <sup>3</sup>
6	F	0.0012 gr/mm <sup>3</sup>
7	G	0.0014 gr/mm <sup>3</sup>



Gambar 4.11 Grafik Hubungan Penambahan Kitosan terhadap Densitas Plastik *Biodegradable*



Gambar 4.12 Grafik Hubungan Penambahan Pati Terhadap Densitas Plastik *Biodegradable*

Kerapatan merupakan sifat fisik suatu polimer. Kerapatan suatu bahan berpengaruh terhadap sifat mekanik bahan tersebut, semakin rapat suatu bahan maka

semakin meningkat sifat mekaniknya, sehingga plastik yang dihasilkan mempunyai kekuatan tarik yang baik.( Ummah, 2013).

Pada variasi kitosan, untuk penambahan 0.5 mL dengan tinggi/tebal yaitu 0.06 mm mempunyai nilai densitas yaitu  $0.0030 \text{ gr/mm}^3$ , untuk penambahan 1 mL dengan tinggi/tebal yaitu 0.07 mm mempunyai nilai densitas yaitu  $0.0027 \text{ gr/mm}^3$  dan untuk penambahan 1.5 mL dengan tinggi/tebal yaitu 0.08 mm mempunyai nilai densitas yaitu  $0.0024 \text{ gr/mm}^3$ . Semakin meningkat penambahan kitosan maka ketebalan dari plastik akan lebih tebal. Sedangkan untuk variasi konsentrasi pati untuk penambahan 2 gr dengan tinggi/tebal yaitu 0.07 mm mempunyai nilai densitas yaitu  $0.0022 \text{ gr/mm}^3$ . Penambahan 4 gr dengan tinggi/tebal yaitu 0.11 mm mempunyai nilai densitas yaitu  $0.0018 \text{ gr/mm}^3$ . Penambahan 6 gr dengan tinggi/tebal yaitu 0.17 mm mempunyai nilai densitas yaitu  $0.0012 \text{ gr/mm}^3$ . Penambahan 8 gr dengan tinggi/tebal yaitu 0.22 mm mempunyai nilai densitas yaitu  $0.0014 \text{ gr/mm}^3$ .

Pada tabel 4.11 didapatkan hasil densitas terbaik pada variasi kitosan dengan penambahan kitosan 0.5 mL yaitu  $0.0030 \text{ gr/mm}^3$ . Sedangkan pada variasi konsentrasi pati pada penambahan pati 2 gr yaitu  $0.0022 \text{ gr/mm}^3$ .

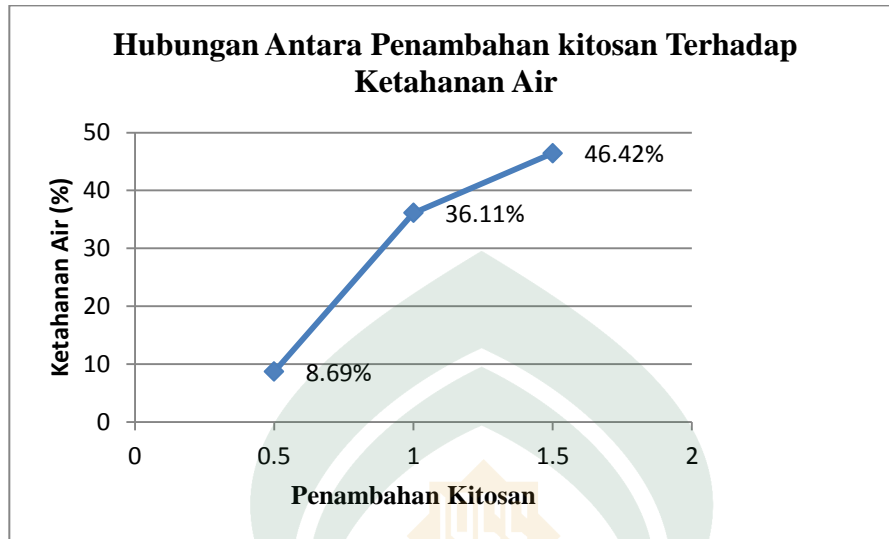
Berdasarkan gambar grafik 4.11 terlihat bahwa semakin bertambahnya kitosan maka nilai kerapatan menurun. Terlihat bahwa penambahan kitosan yang sedikit nilai densitasnya lebih tinggi, hal ini didukung oleh penampakan struktur mikro plastik *biodegradable* yaitu struktur mikro yang dihasilkan untuk penambahan 0.5 mL lebih rapat dibandingkan dengan sampel 1 mL dan 1.5 mL.

Dari hasil perhitungan densitas terlihat pada grafik 4.12 bahwa pada penambahan pati 2 gr sampai 6 gr, terlihat bahwa semakin banyak massa pati maka densitas semakin menurun. Hal ini disebabkan jika dilihat dari struktur mikro terlihat bahwa semakin bertambahnya pati maka strukturnya semakin tidak rapat terdapat banyak butiran. Karena larutan kurang homogen. Untuk 8 gr, densitasnya kembali naik, tetapi ini tidak berpengaruh. Hal ini disebabkan karena plastik 8 gr merupakan plastik yang paling buruk/banyak terjadi keretakan.

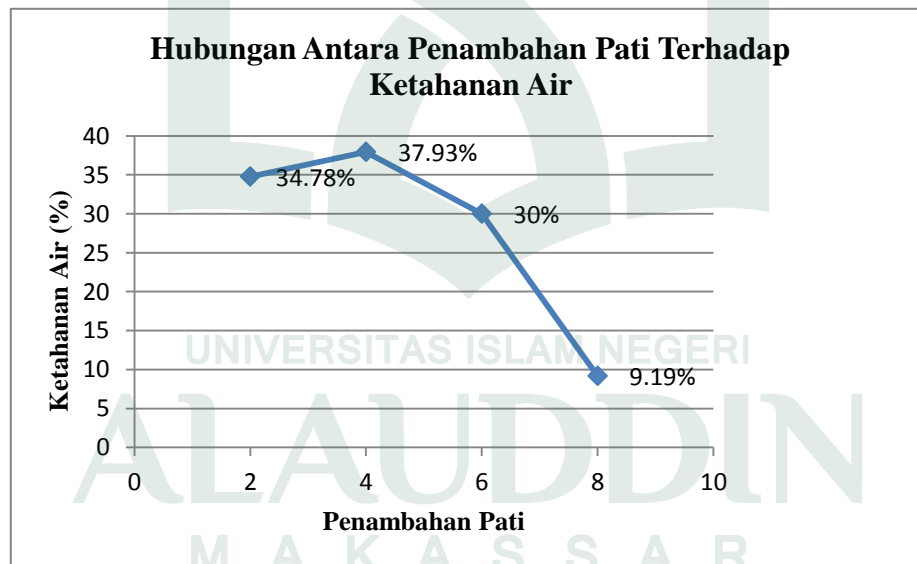
#### 4.2.3 Uji ketahanan terhadap Air

Tabel 4.2 Pengamatan uji ketahanan terhadap air

No.	Sampel	Serapan Air (%)
1	A	8.69 %
2	B	36.11 %
3	C	46.42 %
4	D	34.78 %
5	E	37.93 %
6	F	30 %
7	G	9.19 %



Gambar 4.13 Grafik Hubungan Penambahan kitosan terhadap uji ketahanan air plastik *Biodegradable*



Gambar 4.14 Grafik Hubungan Penambahan pati terhadap uji ketahanan air plastik *Biodegradable*

Uji ketahanan terhadap air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan

melalui presentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Proses terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat ketahanan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji swelling, yaitu prosentase pengembangan film oleh adanya air ( Ummah, 2013: 22).

Uji ketahanan air yaitu uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bahan tersebut terhadap air. Pada plastik diharapkan air yang diserap sangat sedikit atau daya serap bahan tersebut terhadap air harus rendah. Penggunaan kitosan memiliki ketahanan terhadap air hal ini dikarenakan kitosan bersifat hidrofobik (Ummah, 2013).

Pada grafik 4.13 diperoleh untuk variasi konsentrasi kitosan, semakin bertambahnya kitosan nilainya semakin meningkat. Hal ini tidak sesuai dengan teori, disebabkan pada penelitian ini didukung oleh struktur mikro plastik. Pada penambahan 0.5 mL hanya sedikit terdapat butiran pati yang tidak larut, penambahan 1 mL terdapat banyak butiran pati yang tidak larut. Sedangkan 1.5 mL terdapat butiran pati yang tidak larut dan terdapat banyak pori sehingga banyak menyerap air.

Semakin besar konsentrasi pati maka nilainya semakin besar dikarenakan kecenderungan pati yang memiliki lebih banyak gugus hidroksil (OH) sehingga lebih banyak menyerap air (Wini, dkk; 2013).

Untuk hasil penelitian dan pengujian variasi konsentrasi pati, ditunjukkan pada gambar grafik 4.14 didapatkan hasil untuk penambahan 2, 4, 6, 8 gr berturut-turut yaitu 34.78 %, 37.93 %, 30% dan 9.19 %. Pada grafik 4.14 diperoleh pada

penambahan 2 gr dan 4 gr terlihat nilainya terjadi peningkatan. Hal ini disebabkan karena sifat pati yang memiliki gugus hidroksil (OH) sehingga plastik banyak menyerap air. Hal ini juga didukung oleh penampakan struktur mikro Untuk penambahan pati 2 gr terlihat hanya sedikit butiran pati yang tidak larut sedangkan 4 gr terlihat lebih banyak terdapat butiran pati yang tidak larut. Penambahan pati 6 gr dan 8 gr terjadi penurunan. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang mengatakan semakin meningkat massa pati maka nilainya akan meningkat juga. Hal ini disebabkan karena plastik dengan penambahan pati 6 gr dan 8 gr hasil produk yang diperoleh tidak baik.

#### 4.2.4 Uji Biodegradabilitas Plastik *Biodegradable*

Plastik *Biodegradable* dari pati biji nangka diuji biodegradasinya. Dimana pada penelitian ini untuk mengetahui berapa lama sampel terdegradasi menggunakan metode penanaman sampel dalam tanah. Sampel ditanam di tanah. Setelah itu sampel yang telah dipotong dengan ukuran  $4 \times 1 \text{ cm}^2$  ditanam, kemudian diamati dari hari ke hari sampai sampel terdegradasi sempurna.

##### a. Variasi Kitosan





Gambar 4.15 Uji Biodegradasi untuk Variasi Kitosan Plastik  
*Biodegradable*



Pada hari ke-3 untuk sampel A dengan penambahan kitosan sebesar 0.5 mL tidak terjadi perubahan fisik. Untuk sampel B dengan penambahan kitosan sebesar 1 mL juga tidak terjadi perubahan fisik sampel masih utuh dan tidak ditumbuhi jamur. Untuk sampel C dengan penambahan kitosan 1.5 mL terjadi perubahan fisik yaitu sampel mulai ditumbuhi jamur pada bagian ujung. Hal ini di akibatkan karena sampel terbuat dari bahan alam yang mudah hancur ditanah.

Pada hari ke-4 untuk Sampel A dan B sampel terlihat masih utuh dan belum ditumbuhi oleh jamur. Sampel C terlihat penumbuhan jamurnya telah menyebar sekitar 5 % dari sampel.

Pada hari ke-5 untuk sampel A bagian ujung sampel sudah ditumbuhi jamur pada bagian ujungnya sekitar 5 %. Pada sampel B, sampel terlihat pada bagian bawah ujung sampel sudah ditumbuhi jamur dan mulai berubah warna kehitaman. Sedangkan pada sampel C, jamur pada sampel telah meluas dan berjamur pada bagian ujung bawah sampel dan bagian tengah sampel.

Pada hari ke-6 untuk sampel A, sampel terlihat berwarna hitam kehijauan dan jamur telah menyebar sekitar 80 %. Untuk sampel B, sampel juga terlihat berwarna hitam kehijauan dan jamur telah menyebar sekitar 90 %. Sedangkan sampel C, sampel juga terlihat hitam kehijauan dan jamur telah menyebar sekitar 10 %. Sampel C lebih sedikit ditumbuhi oleh jamur disebabkan karena jumlah penambahan kitosan yang lebih banyak dibandingkan dengan sampel A dan B. Hal ini disebabkan karena kitosan bersifat anti bakteri.

Pada hari ke-7 untuk sampel A, sampel terlihat berjamur dan sampel sudah berlubang dan ada bagian sampel yang sudah robek. Untuk sampel B, sampel ada yang mulai hancur pada bagian ujungnya. Untuk sampel C, pada permukaan sampel, jamur telah menyebar. Pada hari ke-8 untuk sampel A sampel terlihat ada bagian yang sudah hancur sekitar 20 %. Untuk sampel B, sampel juga sudah mulai hancur sekitar 15 %. Untuk sampel C, jamur telah menyebar sekitar 10 %.

Pada hari ke-9 untuk sampel A sampel terlihat ada yang sudah hancur sekitar 25 %. Untuk sampel B, sampel sudah hancur sekitar 20 %. Pada hari ke-10 untuk sampel A sampel mulai terlihat hancur sekitar 70 %. Untuk sampel B, sampel juga terlihat mulai hancur sekitar 60 %. Sedangkan untuk sampel C terlihat mulai hancur sekitar 40 %.

Pada hari ke-11 untuk sampel A, sampel sudah hancur sekitar 90%. Untuk sampel B, sampel sudah hancur sekitar 80 %. Sedangkan sampel C, sampel sudah hancur sekitar 70 %. Pada hari ke-12 untuk sampel A, sampel terlihat sudah hancur dan hanya tersisa potongan kecil sekitar 2 %. Untuk sampel B, sampel hancur dan menyatu dengan tanah juga hanya tersisa potongan kecil sekitar 2 %. Sedangkan untuk sampel C, sudah hancur dan tersisa potongan kecil sekitar 20 %. Pada hari ke-13 sampel A, B, C dan D, sampel sudah hancur dan menyatu dengan tanah, artinya telah terjadi degradasi secara sempurna.

Berdasarkan pengamatan uji biodegradasi untuk variasi kitosan terbukti bahwa plastik yang telah dibuat merupakan plastik yang ramah lingkungan, terjadi degradasi sempurna pada hari ke-13. Dimana pati merupakan bahan alam yang

mudah terurai dan kitosan yang bersifat biodegradasi sehingga dapat terurai dalam. Dan sampel A dan B lebih cepat hancur dibandingkan dengan sampel C, hal ini disebabkan karena penambahan kitosan pada sampel C lebih banyak dibandingkan dengan sampel A dan B.

**b. Variasi Pati**



(a) Hari Ke-1



(b) Hari Ke-3



(c) Hari Ke-4



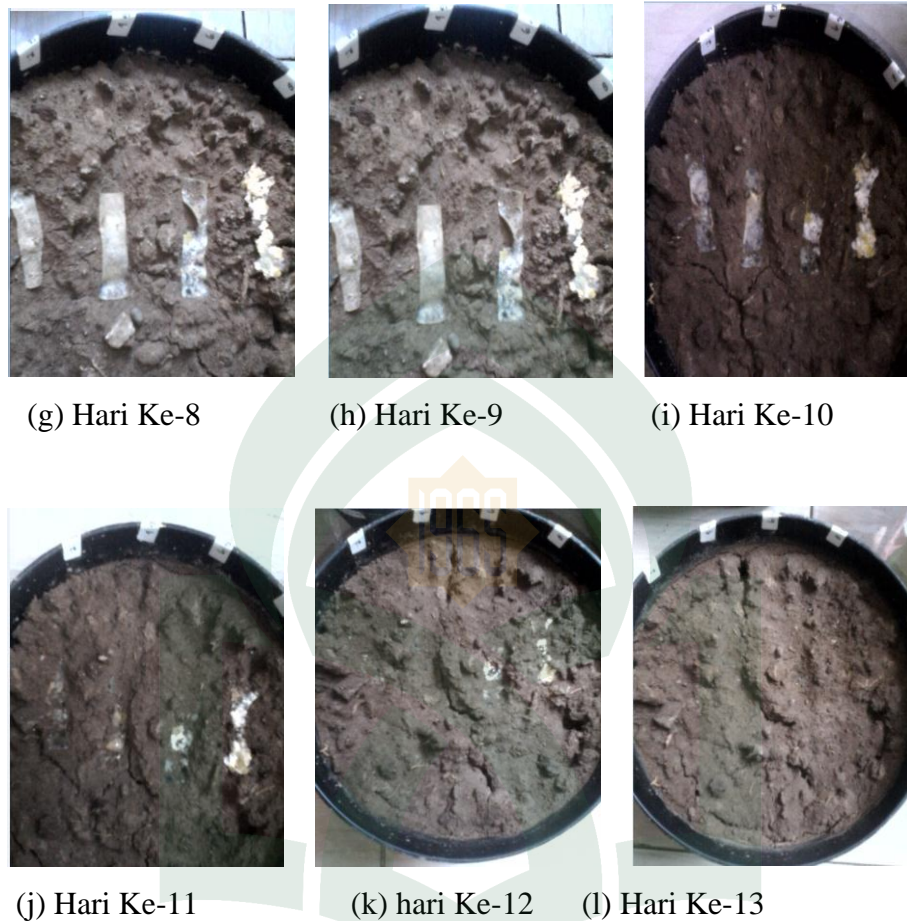
(d) Hari Ke-5



(e) Hari Ke-6



(f) Hari Ke-7



Gambar 4.16 Uji Biodegradasi untuk Variasi Konsentrasi Pati Plastik *Biodegradable*

Pada hari ke-3 untuk sampel C dengan konsentrasi pati 2 gr tidak terjadi perubahan fisik sampel masih utuh. Begitu juga dengan konsentrasi pati 4 gr dan 6 gr, sampel masih terlihat utuh. Sedangkan untuk sampel F, dengan konsentrasi 8 gr sampel terlihat ditumbuhi jamur. Pada hari ke-4 untuk sampel D, E dan F masih terlihat utuh dan belum ditumbuhi oleh jamur. Sedangkan untuk sampel G dengan konsentrasi pati sebanyak 8 gr, jamur pada sampel telah menyebar  $\frac{1}{2}$  dari bagian permukaan sampel. Pada hari ke-5 untuk sampel D, sampel terlihat telah muncul

bintik hitam. Pada sampel E, pada bagian atas sampel terlihat bintik hitam. Pada sampel F, sampel telah ditumbuhi jamur pada bagian tengah sekitar 20 %. Dan sampel G, sampel telah ditumbuhi jamur pada seluruh bagian sampel dan sudah berubah warna hitam kecokelatan.

Pada hari ke-6 untuk sampel D, sampel telah ditumbuhi oleh jamur pada bagian ujungnya sekitar 10 %. Untuk sampel E, sampel telah ditumbuhi oleh jamur pada permukaan sampel dibagian ujung sekitar 20 %. Untuk sampel F, sampel terlihat hitam kehijauan ditumbuhi jamur sekitar 80 %. Sedangkan sampel G, sampel telah ditumbuhi jamur pada seluruh bagian permukaan sampel dan terlihat ada bagian yang mulai hancur. Pada hari ke-7, untuk sampel D, sampel terlihat ada yang robek. Untuk sampel E, sampel terlihat menjamur sekitar 30 %. Untuk sampel F sampel telah retak dan ada yang robek dan berjamur sekitar 90 %. Sedangkan sampel G, sampel terlihat berjamur seluruh sampel dan ada bagian sampel yang mulai hancur. Pada hari ke-8 untuk sampel D, sampel terlihat telah berjamur. Untuk sampel E, pada bagian tengah sampel telah ditumbuhi oleh jamur. Untuk sampel F, seluruh sampel telah ditumbuhi oleh jamur dan berwarna putih. Sedangkan sampel G, sampel terlihat ada yang sudah hancur.

Pada hari ke-9, untuk sampel D, jamur telah menyebar sekitar 25 %, untuk sampel E pada bagian tengah dan ujung sampel telah menjamur. Untuk sampel F, jamur telah meluas sekitar 5 %. Untuk sampel G, sampel telah hancur sekitar 10 %. Pada hari ke-10 untuk sampel D, sampel terlihat menjamur sekitar 70 %. Untuk

sampel E, sampel terlihat ditumbuhi jamur sekitar 80 %. untuk sampel F, sampel terlihat mulai ada yang hancur sekitar 30 %. Sampel G, sampel terlihat hancur sekitar 15 %. Pada hari ke-11 untuk sampel D, sampel sudah hancur sekitar 70 %. Untuk sampel E, sampel sudah hancur sekitar 60 %. Untuk sampel F, sampel telah hancur 50 %. Sedangkan sampel G, sampel telah hancur sekitar 70 %.

Pada hari ke-12 untuk sampel D dan E, sampel telah hancur dan menyatu dengan tanah. Untuk sampel F, sampel hancur dan hanya tersisa potongan kecil sekitar 10 %. Sedangkan untuk sampel G, sampel hancur dan hanya tersisa potongan kecil sekitar 20 %. Pada hari ke-13 untuk sampel D, E, dan G, sampel sudah hancur artinya bahwa setelah terjadi degradasi sempurna. disebabkan oleh mikroorganisme yang berada didalam tanah, suhu dan sinar matahari.

Berdasarkan pengamatan uji biodegradabilitas dari hari ke-3 sampai hari ke-13, plastik Mengalami degradasi secara sempurna pada hari ke-13. Hal ini menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* dari pati biji nangka dapat dikatakan plastik yang ramah lingkungan.

**Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Uji Biodegradabilitas**

No	Hari ke-	Perubahan Kondisi Fisik Sampel Plastik <i>Biodegradable</i>						
		A	B	C	D	E	F	G
1	3	Utuh	Utuh	Ditumbuhi jamur	Utuh	Utuh	Utuh	Ditumbuhi jamur
2	4	Utuh	Utuh	Ditumbuhi jamur	Utuh	Utuh	Utuh	Ditumbuhi jamur ½ dari sampel





## BAB V

### PENUTUP

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan pada penelitian ini yaitu :

1. Plastik *biodegradable* dapat dibuat dengan mencetak larutan menggunakan cetakan  $12 \times 18 \times 5 \text{ cm}^2$  dengan memanaskan larutan kitosan, pati dan gliserol pada suhu  $80\text{--}90^\circ\text{C}$  kemudian dioven pada suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Kemudian dimasukkan kedalam lemari dengan suhu  $\pm 37^\circ\text{C}$ . Integrasi ayat Al-qur'an terdapat dalam Al-qur'an surah Az-Zumar/39:21, Al-Furqan/19:48, Al-Kahfi//18:45, Naba'/78:15, An-nahl/16:11, Al-waqiah 62/65 dan Ar-Rum 30/41
2. Nilai densitas Plastik *Biodegradable* terbaik untuk variasi kitosan pada penambahan 0.5 mL yaitu  $0.0030 \text{ gr/mm}^3$  dan untuk variasi pati pada penambahan 2 gr yaitu  $0.0022 \text{ gr/mm}^3$ . Persen serapan air terbaik untuk variasi kitosan yaitu penambahan 0.5 mL yaitu 8.69 % dan pada variasi pati yaitu penambahan 2 gr yaitu 34.78 %. Lama waktu degradasi untuk variasi kitosan dan pati yaitu plastik *biodegradable* terdegradasi sempurna pada hari ke-13.
3. Pengujian struktur mikro dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM). Untuk variasi kitosan menampakkan plastik terbaik berdasarkan struktur mikro yaitu 1.5 mL. Sedangkan untuk variasi pati penambahan pati yaitu 4 gr. Hal ini disebabkan karena hanya sedikit terdapat



butiran pati yang tidak larut dan ukuran butiran lebih kecil. Terdapat butiran pati dikarenakan larutan tidak homogen.

### **5.2 Saran**

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Melakukan uji kuat tarik agar diketahui nilai kuat tarik dan uji elongasi dari plastik.
2. Melakukan variasi suhu pada saat pemanasan larutan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Bin Muhammad Bin Abdurrahman Bin Ishaq Alu Syaikh. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 4*. Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i, 2009.
- Ali, Suwadarma. *Tafsir 'Ilmiy Tumbuhan Dalam Perspektif Al-qur'an dan Sains*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-qur'an, 2004.
- Anggraeni, Nuha Desi. "Analisa Sem (*Scanning Electron Microscopy*) Dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite". *Seminar Nasional*. (2008): h. 50-56.
- Anita, dkk. "Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong". *Jurnal Teknik Kimia USU* 2, no. 2 (2013): h. 37-41.
- Annas, Argo Khoirul dkk. "pengaruh variasi massa umbi ganyong (*Canna Edulis*) pada pembuatan dan karakterisasi plastik *biodegradable* ramah lingkungan berbahan dasar umbi ganyong". *Seminar Nasional* (2012): h. 1-10.
- Apryanti, dkk. "Kajian Sifat Fisik-Mekanik Dan Antibakteri Plastik Kitosan Termodifikasi Gliserol". *Indonesian Journal of Chemical Science* 2, no. 2 (2013): h. 148-153.
- Astuti, Beti Cahyaning. "Pengembangan *Edible Film* Kitosan Dengan Penambahan Asam Lemak Dan Esensial *Oil*: Upaya Perbaikan Sifat *Barrier* Dan Aktivitas Antimikroba". *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian, Bogor 2008.
- Ban, W., Song, J., Argyropoulos, D. S. & Lucia L. A. "Improving the physical and chemical functionally of Starch – Derived Films with Biopolymers". *Journal of Applied Polymer Science*. (2005):h. 2542-2548.
- Coniwanti, dkk. "Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol". *Jurnal Teknik Kimia* 20, no. 4 (2014): h.22-30.
- Hardjono, dkk. "Pengaruh Penambahan Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Film Plastik *Biodegradable* dari Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata Balbisiana Colla*)". *JBAT* 5, no. 1 ( 2016): h. 22-28.

- Herawan, Cindy Dwi,”Sintesis dan Karakteristik *Edible Film* dari Pati Kulit Pisang dengan Penambahan Lilin Lebah (*Beeswax*)”, *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2015.
- Hidayah, Betty Ika; dkk. “Pembuatan *Biodegradable Film* dari Pati Biji Nangka (*Artocarpus hetrophyllus*) dengan Penambahan Kitosan”. *Prosiding Seminar Nasional* (2015): h. 1-8.
- Kristian, Maria.”Pengaruh Penambahan Kitosan dan Plasticizer Sorbitol Terhadap sifat Fisiko-Kimia Bioplastik Dari Pati Biji Durian”.*Skripsi*, Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara, 2015.
- Long , Kristoforus Ie.” Optimasi Substitusi Tepung Terigu Menggunakan Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lamk.) Pada Pembuatan *Nugget* Ikan Lele (*Clarias Gariepinus* B.)”. *Skripsi*, Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta, 2011.
- Mujiarto, Iman. “Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif”. 3, no. 2 (2005):h. 1-9.
- Nusa, dkk. “Studi Pengolahan Biji Buah Nangka Dalam Pembuatan Minuman Instan” *Agrium ISSN* 19. no. 1 (2014): h. 31-38.
- Pudjiastuti, dkk. “Polimer Nanokomposit Sebagai Master Batch Polimer Biodegradable untuk Kemasan Makanan”. *Jurnal Riset Industri* VI, no. 1(2012):h. 51-60
- Puspita, Ajeng Dian. “pembuatan dan karakterisasi struktur mikro dan sifat termal film plastik berbahan dasar pati biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*)”. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri semarang, 2013
- Radhiyatullah, dkk. “ Pengaruh Berat Pati Dan Volume *Plasticizer* Gliserol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Pati Kentang”. *Jurnal Teknik Kimia USU* 4, no. 3 (2015): h. 35-39.
- Rizal, dkk. “Pengaruh Konsentrasi Natrium Bisulfit Dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Fisik-Kimia Tepung Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*)”. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 1, no. 2 (2013): h.1-10.
- Sahirul, Alim. 1998. *Sains, Teknologi dan Islam*. Yogyakarta: Titian Ilahi Press
- Setyaningsih, rini. “Tinjauan Delaminasi Atau Retak Pada Repair Mortar Dengan

Bahan Tambah”, *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret , 2010.

Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lantera Hati, 2002.

Suprpti Lies. *Kripik Manisan kering dan sirup nangka*. Yogyakarta: Kanisius, 2004.

Ummah, Nathiqoh Al.” Uji Ketahanan *Biodegradable Plastic* Berbasis Tepung Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Terhadap Air Dan Pengukuran Densitasnya”.*Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2013.

Widyasari, Rucitra.” Kajian Penambahan Onggok Termoplastik Terhadap Karakteristik Plastik Komposit Polietilen”. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2010.

Wini, dkk. “Preparasi dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan”. (2013): h. 100-109.

Wiyarsi, Antuni dan Erfan Priyambodo.”Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penyerapan Logam Berat”.(2011):h.1-27.



### RIWAYAT HIDUP

Mardiana Fahnur dilahirkan di Sentralsari pada tanggal 28 maret 1993, dari pasangan terkasih Faharuddin dan Nuraida. Penulis merupakan anak kedua dari 6 bersaudara. Penulis memulai jenjang pendidikan pada tahun 1999 di SD Impres Bumi Baru, Kecamatan Moilong, Kabupaten Banggai. Dan selesai pada tahun 2005 kemudian penulis melanjutkan pendidikannya kejenjang yang lebih tinggi yaitu SMP Negeri 2 Toili, Kecamatan Moilong, Kabupaten Banggai selesai pada tahun 2008 dan melanjutkan pendidikannya kejenjang yang lebih tinggi yaitu di SMA Negeri 1 Toili, Kecamatan Toili, Kabupaten Banggai. Selesai pada tahun 2011 dan melanjutkan pendidikannya di tingkat perguruan tinggi yaitu di Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar dengan Jurusan Fisika di Fakultas Sains dan teknologi angkatan 2013/2014. Selama berkecimpung didunia kampus penulis aktif sebagai anggota dibidang HUMAS di HMJ-Fisika.

Penulis yang punya moto “Teruslah berusaha dan berdoa, yakinlah Allah SWT akan memudahkan jalan kita”.



**LAMPIRAN I**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

## GAMBAR ALAT DAN BAHAN

### ❖ Bahan



Pati Biji Nangka



Larutan Kitosan



Gliserol



Kitosan



Aquades



Asam Asetat

### ❖ Alat



SEM



Mesh Shaker



Oven





Mikrometer sekrub



Magnetic stirrer



Alat coating



Timbangan Digital



Gelas Kimia 100 mL



Gelas kimia 500 mL



Labu Takar 100 mL



Mortar



Blender



Pengaduk dan penjepit



Pipet dan Bulp



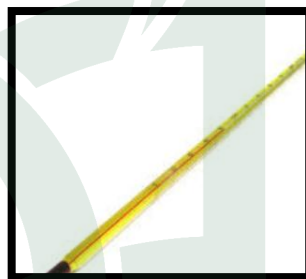
Gelas Ukur



Lampu Bunsen



Cetakan Kaca



Thermometer



**LAMPIRAN II**

**GAMBAR PROSEDUR KERJA**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

❖ Pembuatan Pati Biji Nangka



Biji Nangka



Biji Nangka Setelah Dikupas



Biji Nangka diblender



Biji Nangka Yang Telah dijemur



Menggerus Pati nangka



Mengoven Pati



Hasil 100 Mesh



Mengayak pati Nangka 100 Mesh

❖ Pembuatan Larutan Kitosan

- ✓ Menimbang Kitosan Sebanyak 5 gr



Gambar Menimbang Kitosan Sebanyak 5 gr

- ✓ Kitosan setelah ditimbang



Gambar Kitosan setelah ditimbang



Gambar Larutan Asam Asetat 1 %

- ✓ Mencampur Kitosan Dengan Asam Asetat



Gambar Kitosan Dengan Asam Asetat

- ❖ Pembuatan Larutan Pati

- ✓ Menimbang Pati



(a)



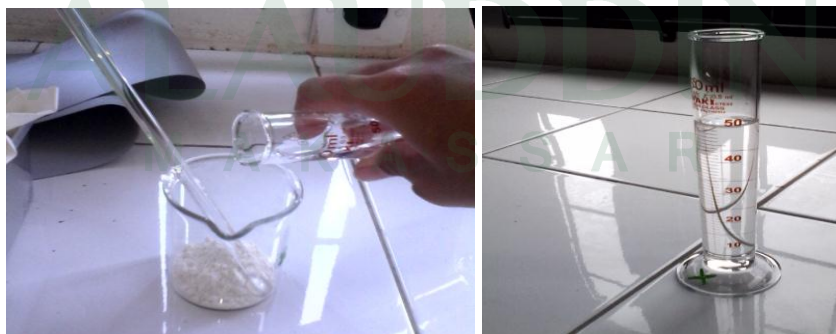
(b)



(c)

Gambar a, b dan c Menimbang Pati Nangka

- ✓ Mencampur Pati Dengan Aquades



Gambar Mencampur pati dengan Aquades 50 mL

- ✓ Mengaduk menggunakan Magnetik Stirrer



Gambar Mengaduk menggunakan Magnetik Stirrer

- ✓ Memanaskan Larutan Menggunakan Bunsen



Gambar Memanaskan Larutan pada suhu 80-90°C

- ✓ Menambahkan Gliserol



Gambar Menambahkan Gliserol





Gambar Penambahan Kitosan

- ✓ Memasukkan Larutan pada cetakan



(a)



(b)



(c)

Gambar Memasukkan Larutan pada cetakan

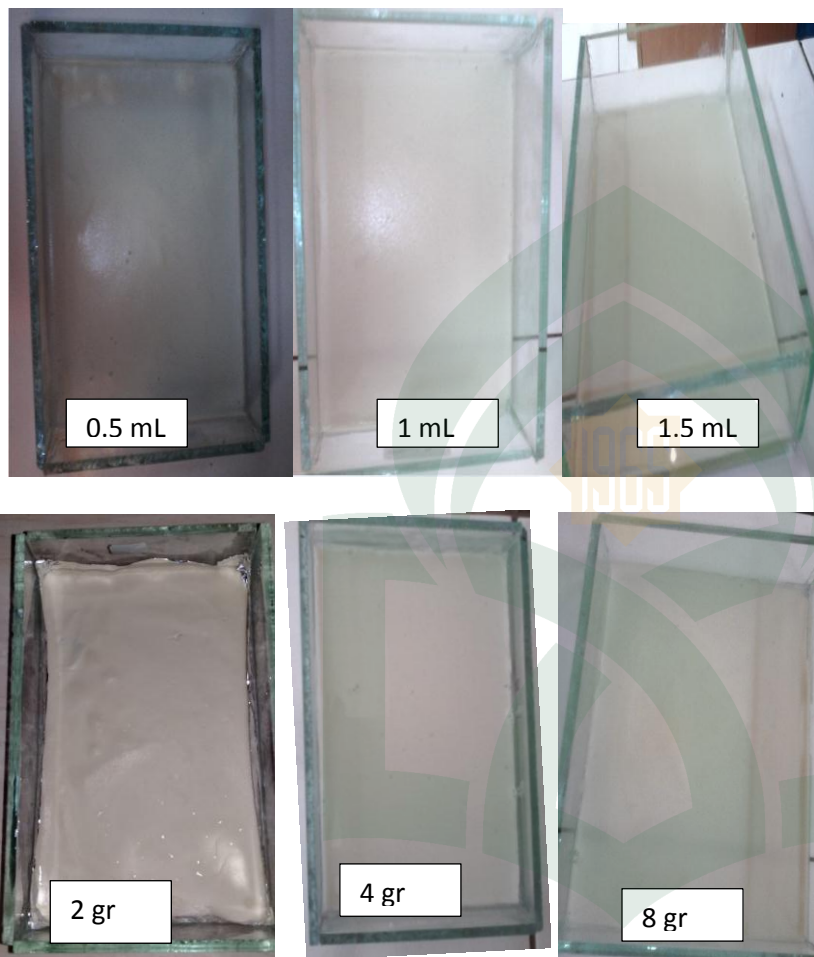
- ✓ Memasukkan plat kaca kedalam oven



Gambar Memasukkan plat kaca kedalam oven dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$



✓ Plat Kaca yang telah keluar dari oven



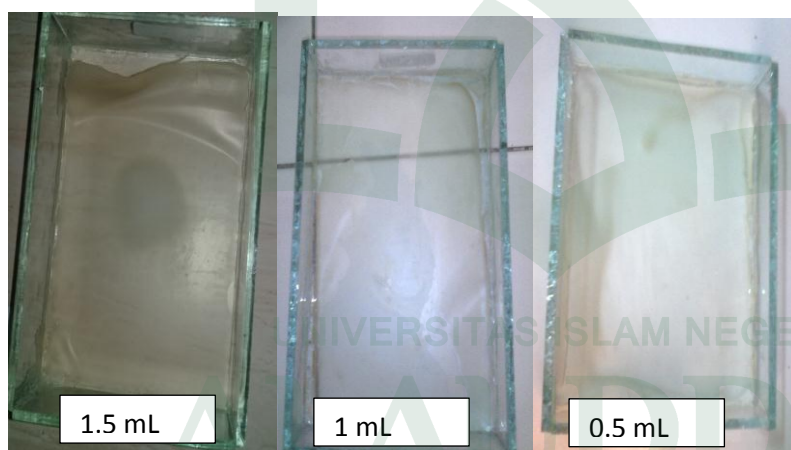
Gambar Plat Kaca yang telah keluar dari oven

- ✓ Memasukkan Plat Pada Lemari

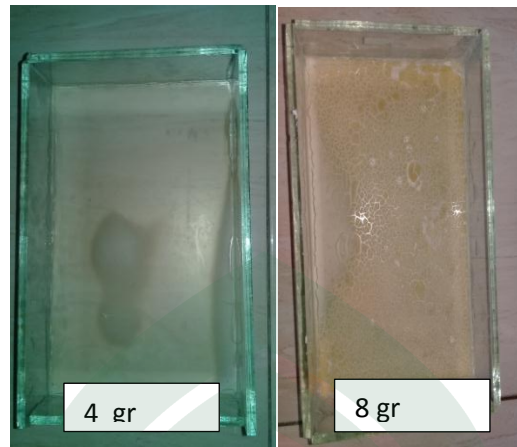


Gambar Memasukkan Plat pada Lemari

- ✓ Plat yang telah keluar dari Lemari

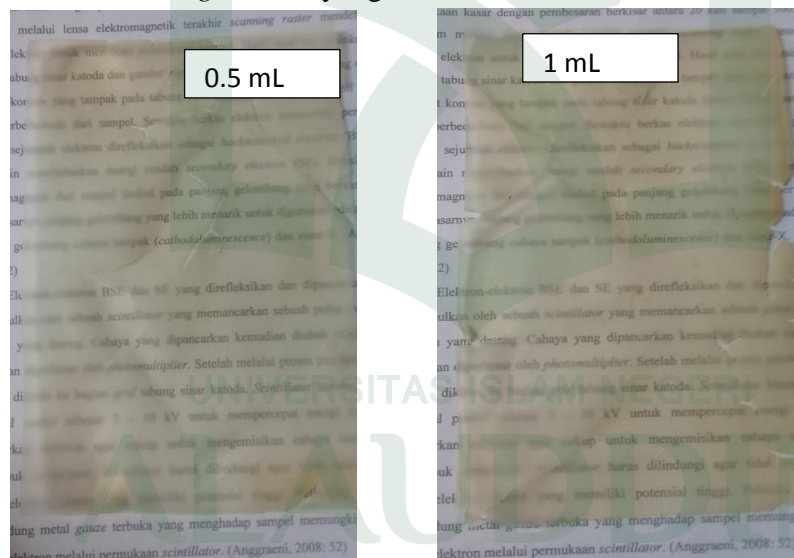


Gambar Plat yang telah keluar dari Lemari dengan variasi kitosan

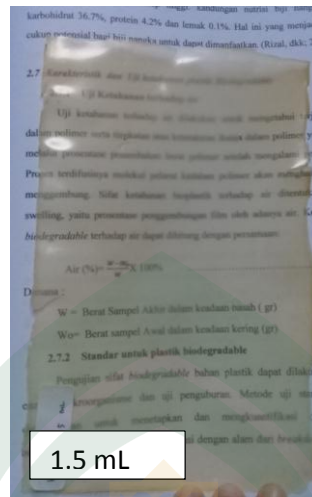


Gambar Plat yang telah keluar dari Lemari dengan variasi Pati

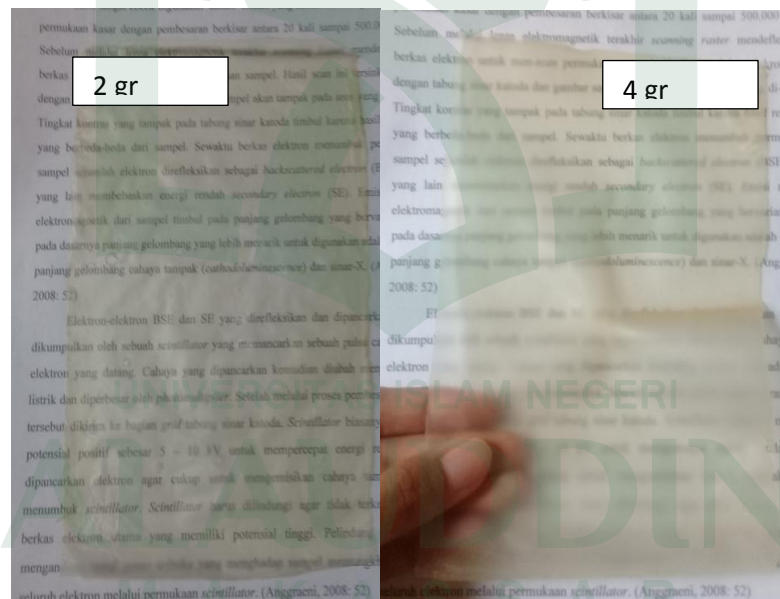
✓ Plastik *Biodegradable* yang telah keluar dari Plat Kaca



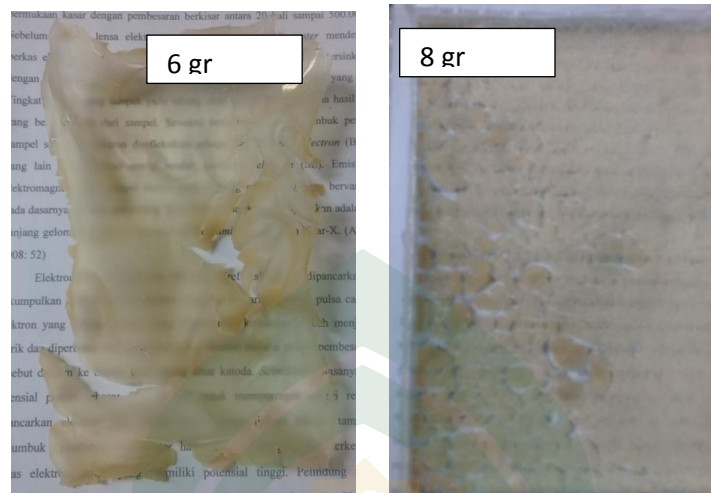
Gambar Plastik *Biodegradable* yang telah keluar dari Plat Kaca dengan Variasi Kitosan



Gambar Plastik *Biodegradable* yang telah keluar dari Plat Kaca dengan Variasi Kitosan



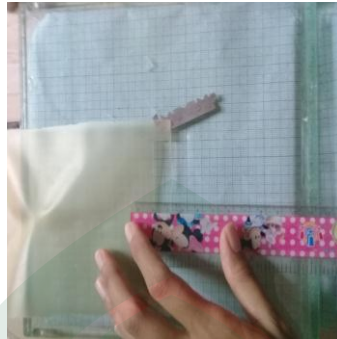
Gambar . Plastik *Biodegradable* yang telah keluar dari Plat Kaca dengan Variasi Pati



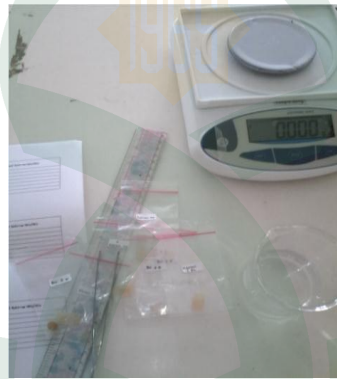
Gambar . Plastik *Biodegradable* yang telah keluar dari Plat Kaca dengan Variasi Pati



### UJI KETAHANAN TERHADAP AIR



Gambar Memotong Sampel



Gambar Alat dan Bahan Uji ketahanan terhadap air

❖ Variasi kitosan

- ✓ Kitosan 0.5 mL



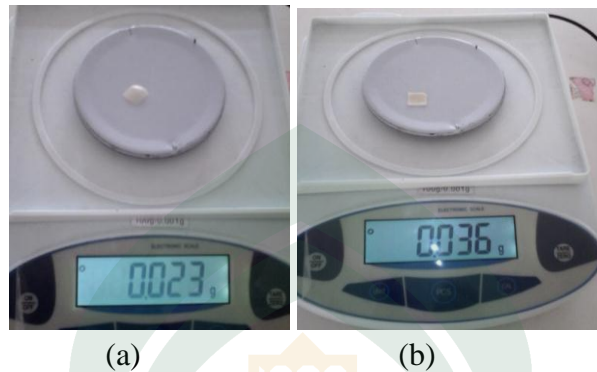
(a)



(b)

Gambar (a) Berat sampel kering ( $W_o$ ) dan (b) Berat sampel Basah ( $W$ )

✓ Kitosan 1 mL



Gambar 1.4 (a) Berat sampel kering ( $W_o$ ) dan (b) Berat Sampel Basah ( $W$ )

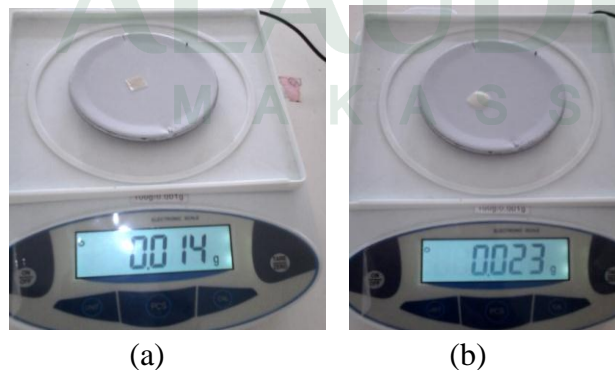
✓ Kitosan 1.5 mL



Gambar Sampel Basah ( $W$ )

a. Variasi Pati

✓ Pati 2 gr



Gambar (a) Sampel Kering ( $W_o$ ) dan (b) Sampel Basah ( $W$ )



✓ Pati 4 gr



Gambar Sampel basah (W)

✓ Pati 6 gr



Gambar (a) Sampel Kering ( $W_0$ ) dan (b) Sampel Basah (W)

✓ Pati 8 gr



(a)

(b)

Gambar (a) Sampel Kering ( $W_0$ ) dan (b) Sampel Basah (W)

## UJI DENSITAS

- ❖ Alat yang digunakan untuk pengujian Densitas



Gambar Mikrometer sekrub



Gambar Timbangan digital

- ❖ Variasi Kitosan
  - ✓ Kitosan 0.5 mL



Gambar Mengukur Tebal/Tinggi Sampel

✓ Kitosan 1 mL



Gambar Mengukur Tebal/Tinggi Sampel

✓ Kitosan 1.5 mL



Gambar Mengukur Tebal/Tinggi Sampel

❖ Variasi pati

✓ Pati 2 gr



Gambar Mengukur Tebal/Tinggi Sampel

✓ Pati 4 gr



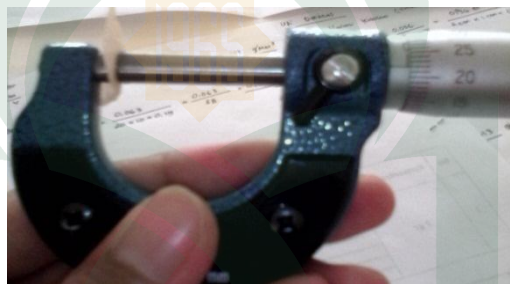
Gambar Mengukur Tebal/Tinggi Sampel

✓ Pati 6 gr



Gambar Mengukur Tebal/Tinggi Sampel

✓ Pati 8 gr

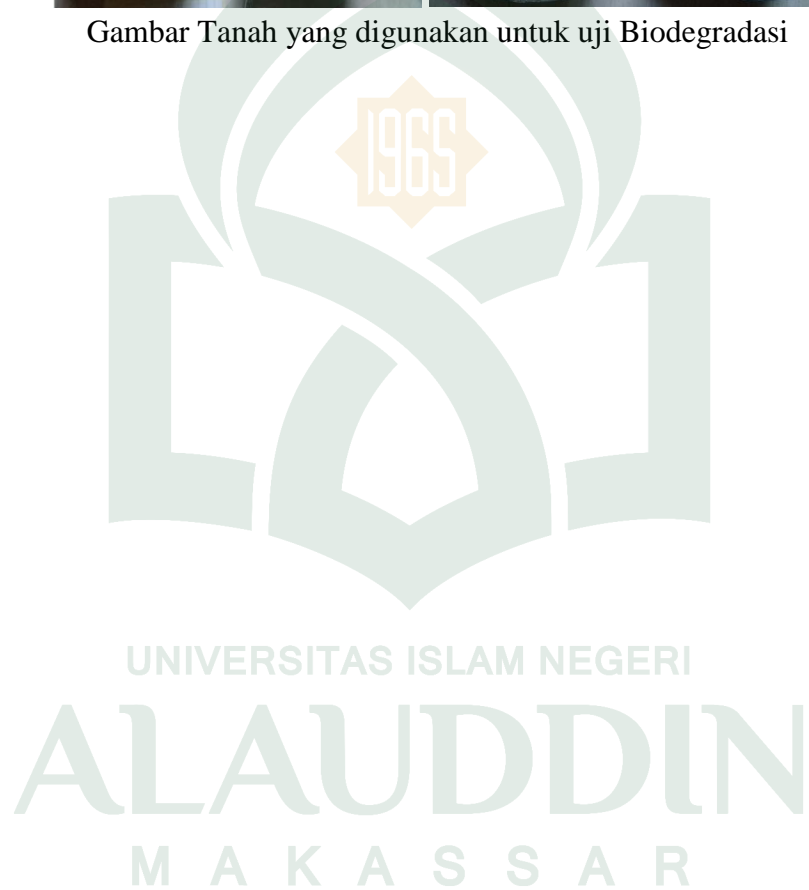


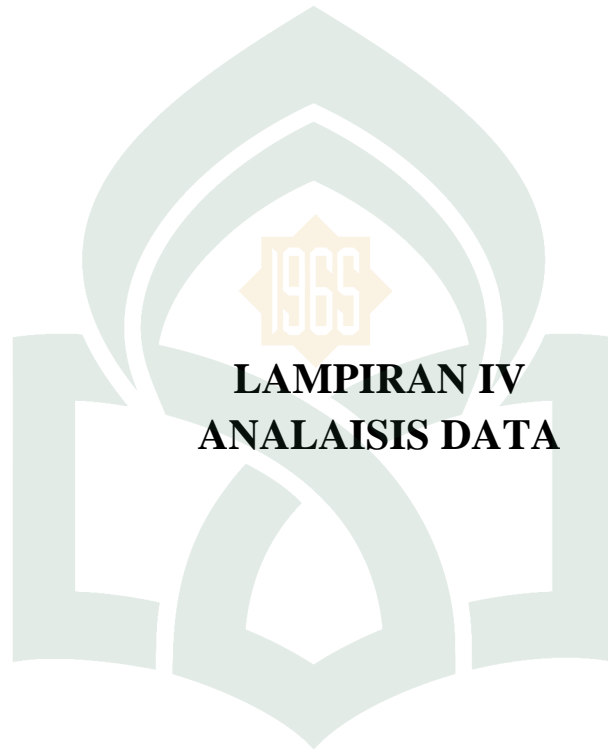
Gambar Mengukur Tebal/Tinggi Sampel

### UJI BIODEGRADASI



Gambar Tanah yang digunakan untuk uji Biodegradasi





**LAMPIRAN IV**  
**ANALAI SIS DATA**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

### UJI SERAPAN AIR

a. Untuk Variasi Kitosan

1. Kitosan 0.5 mL

Dik:  $W_0 = 0.021$  gr

$W = 0.023$  gr

Dit : Air (%) = .....?

Penyelesaian :

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{w} \times 100 = \frac{0.023 - 0.021}{0.023} \times 100 = \frac{0.002}{0.023} \times 100 = 8.69\%$$

2. Kitosan 1 mL

Dik :  $W_0 = 0.023$  gr

$W = 0.036$  gr

Dit : Air (%) = .....?

Penyelesaian :

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{w} \times 100 = \frac{0.036 - 0.023}{0.036} \times 100 = \frac{0.013}{0.036} \times 100 = 36.11\%$$

3. Kitosan 1.5 mL

Dik :  $W_0 = 0.015$  gr

$W = 0.028$  gr

Dit : Air (%) = .....?

Penyelesaian :

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{w} \times 100 = \frac{0.028 - 0.015}{0.028} \times 100 = \frac{0.013}{0.028} \times 100 = 46.42\%$$

b. Untuk Variasi Konsentrasi Pati

1. Pati 2 gr

Dik :  $W_0 = 0.015$  gr

$W = 0.023$  gr

Dit : Air (%) = .....?

Penyelesaian :

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{w} \times 100 = \frac{0.023 - 0.015}{0.023} \times 100 = \frac{0.008}{0.023} \times 100 = 34.78\%$$

2. Pati 4 gr

Dik :  $W_0 = 0.018$  gr

$W = 0.029$  gr

Dit : Air (%) = .....?

Penyelesaian :

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{w} \times 100 = \frac{0.029 - 0.018}{0.029} \times 100 = \frac{0.011}{0.029} \times 100 = 37.93\%$$

3. Pati 6 gr

Dik :  $W_0 = 0.021$  gr

$W = 0.030$  gr

Dit : Air (%) = .....?

Penyelesaian :

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{w} \times 100 = \frac{0.030 - 0.021}{0.030} \times 100 = \frac{0.009}{0.030} \times 100 = 30\%$$

4. Pati 8 gr

Dik :  $W_0 = 0.079$  gr

$W = 0.087$  gr

Dit : Air (%) = .....?

Penyelesaian :

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{w} \times 100 = \frac{0.087 - 0.079}{0.087} \times 100 = \frac{0.008}{0.087} \times 100 = 9.19\%$$



Tabel 3.3 Pengamatan uji ketahanan terhadap air

No.	Sampel	Serapan Air (%)
1	A	8.69%
2	B	36.11%
3	C	46.42 %
4	D	34.78%
5	E	37.93%
6	F	30%
7	G	9.19%

### UJI DENSITAS

a. Untuk Variasi Kitosan

1. Kitosan 0.5 mL

Dik:

$$m = 0.036 \text{ gr}$$

$$P = 20 \text{ mm}$$

$$L = 10 \text{ mm}$$

$$T = 0.06 \text{ mm}$$

Dit:  $\rho = \dots ?$

Penyelesaian :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0.036}{p \times l \times t} = \frac{0.036 \text{ gr}}{20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 0.06 \text{ mm}} = 0.0030 \text{ gr/mm}^3$$

2. Kitosan 1 mL

Dik:

$$m = 0.038 \text{ gr}$$

$$P = 20 \text{ mm}$$

$$L = 10 \text{ mm}$$

$$T = 0.07 \text{ mm}$$

Dit:  $\rho = \dots ?$

Penyelesaian :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0.038 \text{ gr}}{p \times l \times t} = \frac{0.038 \text{ gr}}{20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 0.07 \text{ mm}} = 0.0027 \text{ gr/mm}^3$$

3. Kitosan 1.5 mL

Dik:

$$m = 0.039 \text{ gr}$$

$$P = 20 \text{ mm}$$

$$L = 10 \text{ mm}$$

$$T = 0.08 \text{ mm}$$

Dit:  $\rho = \dots ?$

Penyelesaian :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0.039 \text{ gr}}{p \times l \times t} = \frac{0.039 \text{ gr}}{20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 0.08 \text{ mm}} = 0.0024 \text{ gr/mm}^3$$

## b. Untuk variasi konsentrasi Pati

## 1. Pati 2 gr

Dik:

$$m = 0.032 \text{ gr}$$

$$P = 20 \text{ mm}$$

$$L = 10 \text{ mm}$$

$$T = 0.07 \text{ mm}$$

Dit:  $\rho = \dots ?$ 

Penyelesaian :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0.032 \text{ gr}}{p \times l \times t} = \frac{0.032 \text{ gr}}{20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 0.07 \text{ mm}} = 0.0022 \text{ gr/mm}^3$$

## 2. Pati 4 gr

Dik:

$$m = 0.040 \text{ gr}$$

$$P = 20 \text{ mm}$$

$$L = 10 \text{ mm}$$

$$T = 0.11 \text{ mm}$$

Dit:  $\rho = \dots ?$ 

Penyelesaian :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0.040 \text{ gr}}{p \times l \times t} = \frac{0.040 \text{ gr}}{20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 0.11 \text{ mm}} = 0.0018 \text{ gr/mm}^3$$

## 3. Pati 6 gr

Dik:

$$m = 0.044 \text{ gr}$$

$$P = 20 \text{ mm}$$

$$L = 10 \text{ mm}$$

$$T = 0.17 \text{ mm}$$

Dit:  $\rho = \dots ?$ 

Penyelesaian :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0.044 \text{ gr}}{p \times l \times t} = \frac{0.044 \text{ gr}}{20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 0.17 \text{ mm}} = 0.0012 \text{ gr/mm}^3$$

## 4. Pati 8 gr

Dik:

$$m = 0.063 \text{ gr}$$

$$P = 20 \text{ mm}$$

$$L = 10 \text{ mm}$$

$$T = 0.22 \text{ mm}$$

Dit:  $\rho = \dots ?$

Penyelesaian :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0.063 \text{ gr}}{p \times l \times t} = \frac{0.063 \text{ gr}}{20 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 0.22 \text{ mm}} = 0.0014 \text{ gr/mm}^3$$

Tabel 3.4 Pengamatan Uji Densitas

No.	Sampel	$\rho$ ( gr/mm <sup>3</sup> )
1	A	0.0030 gr/mm <sup>3</sup>
2	B	0.0027 gr/mm <sup>3</sup>
3	C	0.0024 gr/mm <sup>3</sup>
4	D	0.0022 gr/mm <sup>3</sup>
5	E	0.0018 gr/mm <sup>3</sup>
6	F	0.0012 gr/mm <sup>3</sup>
7	G	0.0014 gr/mm <sup>3</sup>



**LAMPIRAN V**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R



**Gambar Mengaduk Sampel Menggunakan Magnetik Stirrer**



**Gambar Menambahkan Kitosan**



***Gambar Mengukur Tebal Plastik Biodegradable***



**Gambar Mengoperasikan SEM**



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R